

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001201313
PUBLICATION DATE : 27-07-01

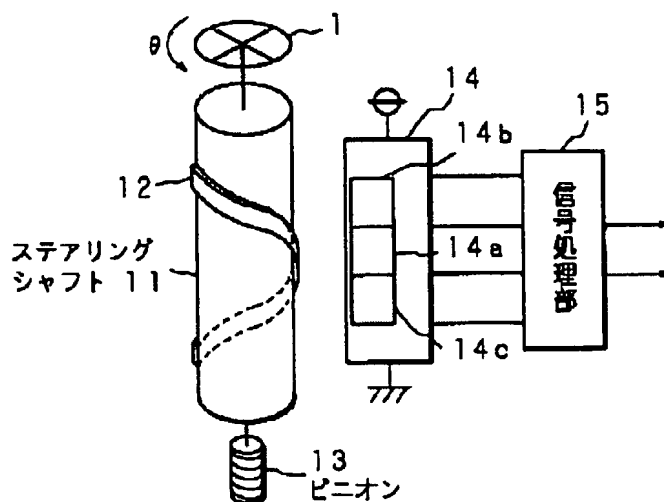
APPLICATION DATE : 12-10-00
APPLICATION NUMBER : 2000312601

APPLICANT : KOYO SEIKO CO LTD;

INVENTOR : FURUTAKA KENICHI;

INT.CL. : G01B 7/30 B62D 5/04 B62D 6/00
G01D 5/18 G01L 3/10 G01L 5/22 //
B62D113:00 B62D119:00

TITLE : ROTATING ANGLE DETECTOR,
TORQUE DETECTOR, AND STEERING
DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a rotating angle detector not containing a contact sliding part, having good durability and capable of detecting failure.

SOLUTION: This rotating angle detector is provided with an axially magnetically discontinuous portion 12 provided to displace in the axial direction of a rotating shaft 11 and a first detecting means 14a for detecting the axial position of the portion 12 along the outer peripheral part of the rotating shaft 11, and according to the position detected by the first detecting means 14a, the displacement angle from the first detecting means 14a in the circumferential direction of the rotating shaft 11 is detected. The detector is provided with one or plural second detecting means 14b, 14c provided to detect the position different in designated space from the position to be detected by the first detecting means 14a, second detecting means 14b, 14c and a means 15 for determining the presence/absence of failure according to the spaces of the positions respectively detected by the first detecting means 14a.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-201313
(P2001-201313A)

(43) 公開日 平成13年7月27日 (2001.7.27)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 B 7/30	1 0 1	G 0 1 B 7/30	1 0 1 B
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	
	6/00		6/00
G 0 1 D 5/18		G 0 1 D 5/18	J
G 0 1 L 3/10		G 0 1 L 3/10	B
審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 31 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-312601(P2000-312601)

(22) 出願日 平成12年10月12日 (2000. 10. 12)

(31) 優先権主張番号 特願平11-294551

(32) 優先日 平成11年10月15日 (1999. 10. 15)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-320312

(32) 優先日 平成11年11月10日 (1999. 11. 10)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

(72) 発明者 徳本 欣智

大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号

光洋精工株式会社内

(72) 発明者 古高 研一

大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号

光洋精工株式会社内

(74) 代理人 100078868

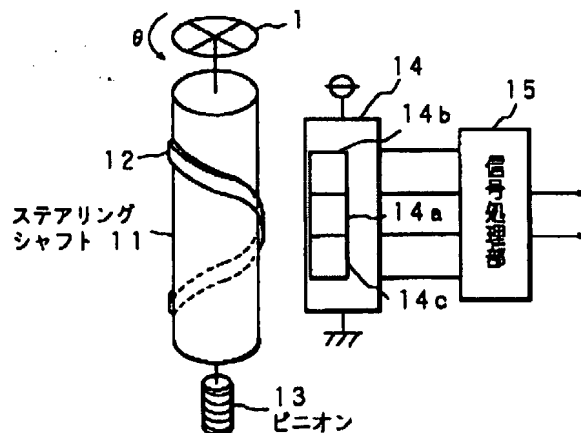
弁理士 河野 登夫

(54) 【発明の名称】 回転角度検出装置、トルク検出装置及び舵取装置

(57) 【要約】

【課題】 接触摺動する部分を含まず、耐久性が良く、故障検出が可能な回転角度検出装置の提供。

【解決手段】 回転軸11の外周部に沿って、回転軸11の軸方向に変位して設けられた軸方向に磁性的に不連続な部分12と、該部分12の軸方向の位置を検出する第1検出手段14aとを備え、第1検出手段14aが検出した位置に基づき、回転軸11の周方向の第1検出手段14aからの変位角度を検出する回転角度検出装置。第1検出手段14aが検出すべき位置から所定間隔異なる位置を検出すべく設けられた1又は複数の第2検出手段14b、14cと、第2検出手段14b、14c及び第1検出手段14aがそれぞれ検出した位置の間隔に基づき、故障の有無を判定する手段15とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転軸の外周部に沿って、該回転軸の軸方向に変位して設けられた該軸方向に磁性的に不連続な部分と、該部分の前記軸方向の位置を検出する第 1 検出手段とを備え、該第 1 検出手段が検出した位置に基づき、前記回転軸の周方向の前記第 1 検出手段からの変位角度を検出する回転角度検出装置において、前記第 1 検出手段が検出すべき位置から所定間隔異なる位置を検出するべく設けられた 1 又は複数の第 2 検出手段と、該第 2 検出手段及び前記第 1 検出手段がそれぞれ検出した位置の間隔に基づき、故障の有無を判定する手段とを備えることを特徴とする回転角度検出装置。

【請求項 2】 前記磁性的に不連続な部分は、前記回転軸の外周部に沿って螺旋状に設けてある請求項 1 記載の回転角度検出装置。

【請求項 3】 回転軸の外周部に沿って螺旋状に設けた磁性材からなる突起と、該突起の前記回転軸の軸方向の位置を検出する第 1 磁気センサとを備え、該第 1 磁気センサが検出した位置に基づき、前記回転軸の周方向の前記第 1 磁気センサからの変位角度を検出する回転角度検出装置において、前記第 1 磁気センサが検出すべき位置から所定間隔異なる位置を検出するべく設けられた 1 又は複数の第 2 磁気センサと、該第 2 磁気センサ及び前記第 1 磁気センサがそれぞれ検出した位置の間隔に基づき、故障の有無を判定する手段とを備えることを特徴とする回転角度検出装置。

【請求項 4】 回転体と、該回転体が回転するに従って、検出される部位が連続的に変化するべく、前記回転体に設けられたターゲットと、該ターゲットの近接する部位を検出する第 1 検出手段とを備え、該第 1 検出手段が検出した部位を示す検出信号に基づき、前記回転体の回転方向の変位角度を検出する回転角度検出装置であって、前記第 1 検出手段が検出すべき部位から所定間隔異なる部位を検出するべく設けられた 1 又は複数の第 2 検出手段と、該第 2 検出手段及び前記第 1 検出手段がそれぞれ検出した部位を示す検出信号の差又は和に基づき、故障の有無を判定する手段とを備えることを特徴とする回転角度検出装置。

【請求項 5】 前記ターゲットは、前記回転体の周面に沿って連続して複数設けてある請求項 4 記載の回転角度検出装置。

【請求項 6】 入力軸に加わるトルクを、入力軸と出力軸とを連結する連結軸に生じる振れ角度によって検出するトルク検出装置において、前記入力軸及び出力軸のそれぞれの変位角度を検出する請求項 1～5 の何れかに記載された回転角度検出装置と、該回転角度検出装置がそれぞれ検出した変位角度の差を検出する手段とを備え、該手段が検出した変位角度

の差を前記振れ角度とすべくしてあることを特徴とするトルク検出装置。

【請求項 7】 連結軸により連結された入力軸及び出力軸の各外周部に、その軸方向及び周方向に変位して設けられた磁性的に不連続な部分の前記軸方向の位置を、それぞれ第 1 磁気センサ及び第 2 磁気センサが検出し、該第 1 磁気センサ及び第 2 磁気センサがそれぞれ検出する前記部分の位置から前記周方向及び／又は前記軸方向に各所定間隔離れた前記部分の前記軸方向の位置を、それぞれ第 3 磁気センサ及び第 4 磁気センサが検出し、前記第 1～4 磁気センサがそれぞれ検出した位置が、第 1 範囲内にあるか否かを判定し、その判定結果に基づき、前記連結軸の振れ角度を検出する為の前記位置を、前記入力軸及び出力軸のそれぞれについて選択し、選択した各位置に基づき前記振れ角度を検出し、検出した振れ角度に基づいて、前記入力軸に加わるトルクを検出するトルク検出装置であって、

前記第 1～4 磁気センサの何れかが故障したときに、第 1 磁気センサ及び第 2 磁気センサからなる対又は第 3 磁気センサ及び第 4 磁気センサからなる対から、故障した磁気センサを含まない対を選択する第 1 選択手段と、該第 1 選択手段が選択した対の磁気センサがそれぞれ検出した前記部分の位置が、前記第 1 範囲より大きい第 2 範囲内にあるか否かを判定する判定手段と、該判定手段が第 2 範囲内にあると判定したときに、前記部分の位置に基づき前記振れ角度を検出する手段とを備え、該手段が検出した振れ角度に基づいて、前記入力軸に加わるトルクを検出するべくしてあることを特徴とするトルク検出装置。

【請求項 8】 前記判定手段は、第 1 磁気センサ及び第 3 磁気センサからなる対又は第 2 磁気センサ及び第 4 磁気センサからなる対から、故障した磁気センサを含まない対を選択する第 2 選択手段と、該第 2 選択手段が選択した対の磁気センサがそれぞれ検出した 2 つの位置が、第 1 範囲内にあるか否かを判定する手段と、該手段の判定結果に基づき、前記 2 つの位置から 1 つを選択する第 3 選択手段と、前記 2 つの位置及び前記各所定間隔に基づき、前記第 3 選択手段が選択した位置を補正する手段とを有し、該手段が補正した位置に基づき、前記部分の位置が第 2 範囲内にあるか否かを判定するべくしてある請求項 7 記載のトルク検出装置。

【請求項 9】 前記磁性的に不連続な部分は、前記入力軸及び出力軸の各外周部に沿って螺旋状に設けてある請求項 7 又は 8 に記載のトルク検出装置。

【請求項 10】 前記磁性的に不連続な部分は、前記入力軸及び出力軸の各外周部に沿って等間隔にそれぞれ複数設けてある請求項 9 記載のトルク検出装置。

【請求項 11】 前記磁性的に不連続な部分は、磁性材からなる突起である請求項 7～10 の何れかに記載のトルク検出装置。

【請求項 12】 連結軸により連結された入力軸及び出力軸に、回転体と、該回転体が回転するに従って、検出される部位が周期的及び連続的に変化すべく、前記回転体に設けられた 1 又は複数のターゲットと、該ターゲットの近接する部位を検出する第 1 検出手段及び第 2 検出手段と、該第 1 検出手段及び第 2 検出手段がそれぞれ検出する部位から所定角度位相が異なる部位をそれぞれ検出する第 3 検出手段及び第 4 検出手段とをそれぞれ備え、前記第 1～4 検出手段がそれぞれ検出した部位が、第 1 範囲内にあるか否かを判定し、その判定結果に基づき、前記連結軸の振れ角度を検出する為の前記部位を、前記入力軸及び出力軸のそれぞれについて選択し、選択した各部位に基づき前記振れ角度を検出し、検出した振れ角度に基づいて、前記入力軸に加わるトルクを検出するトルク検出装置であって、
前記第 1～4 検出手段の何れかが故障したときに、第 1 検出手段及び第 2 検出手段からなる対又は第 3 検出手段及び第 4 検出手段からなる対から、故障した検出手段を含まない対を選択する第 1 選択手段と、該第 1 選択手段が選択した対の検出手段がそれぞれ検出した前記部位が、前記第 1 範囲より大きい第 2 範囲内にあるか否かを判定する判定手段と、該判定手段が第 2 範囲内にあると判定したときに、前記部位に基づき前記振れ角度を検出する手段とを備え、該手段が検出した振れ角度に基づいて、前記入力軸に加わるトルクを検出すべくしてあることを特徴とするトルク検出装置。

【請求項 13】 前記判定手段は、第 1 検出手段及び第 3 検出手段からなる対又は第 2 検出手段及び第 4 検出手段からなる対から、故障した検出手段を含まない対を選択する第 2 選択手段と、該第 2 選択手段が選択した対の検出手段がそれぞれ検出した 2 つの部位が、第 1 範囲内にあるか否かを判定する手段と、該手段の判定結果に基づき、前記 2 つの部位から 1 つを選択する第 3 選択手段と、前記 2 つの部位及び前記各所定角度に基づき、前記第 3 選択手段が選択した部位を補正する手段とを有し、該手段が補正した部位に基づき、前記第 1 選択手段が選択した対の検出手段がそれぞれ検出した部位が、第 2 範囲内にあるか否かを判定すべくしてある請求項 12 記載のトルク検出装置。

【請求項 14】 操舵輪に繋がる入力軸と、前記操舵輪に加わる操舵トルクに基づき駆動制御される操舵補助用の電動モータと、該電動モータに連動する出力軸と、前記入力軸に加わる操舵トルクを、前記入力軸及び出力軸を連結する連結軸に生じる振れ角度によって検出する請求項 6 に記載されたトルク検出装置とを備え、該トルク検出装置が有する回転角度検出装置により前記操舵輪の舵角を検出すべくしてあることを特徴とする舵取装置。

【請求項 15】 操舵輪に繋がる入力軸と、前記操舵輪に加わる操舵トルクに基づき駆動制御される操舵補助用

の電動モータと、該電動モータに連動する出力軸と、前記入力軸に加わる操舵トルクを、前記入力軸及び出力軸を連結する連結軸に生じる振れ角度によって検出する請求項 7～13 の何れかに記載されたトルク検出装置とを備えることを特徴とする舵取装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、回転角度を検出する回転角度検出装置、入力軸と出力軸とを連結する連結軸に生じる振れ角度によって入力軸に加わるトルクを検出するトルク検出装置、及びこのトルク検出装置の検出結果に基づいて電動モータを駆動し、操舵補助力を発生させる舵取装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 自動車用の舵取装置に、電動モータを駆動して操舵補助を行ない、運転者の負担を軽減するものがある。これは、操舵輪（ステアリングホイール）に繋がる入力軸と、ピニオン及びブラック等により操向車輪に繋がる出力軸と、入力軸及び出力軸を連結する連結軸とを備え、連結軸に生じる振れ角度によって、トルク検出装置が入力軸に加わる操舵トルクを検出し、その検出した操舵トルクに基づき、出力軸に連動する操舵補助用の電動モータを駆動制御するものである。また、回転角度検出装置により操舵輪の舵角中点を求め、操舵輪の舵角に応じた電動モータの駆動制御も行っている。

【0003】 図 28 は、本出願人が、平成 11 年第 100665 号特許願において提案してあるトルク検出装置（トルクセンサ）の要部構成例を示す原理図である。このトルク検出装置は、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール 1 が連結され、下端部にトーションバー 27 が連結されたステアリングシャフト（操舵軸）の上部軸 21（入力軸）の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物 22（突起）を設けてある。また、上部軸 21 が回転したときに、上部軸 21 の軸方向に移動する磁性材からなる突起物 22 の位置を検出する為、MR センサ 1A（磁気抵抗効果素子、磁気センサ）が上部軸 21 と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0004】 ステアリングシャフトの下部軸 23（出力軸）は、上端部がトーションバー 27 に連結され、下端部がピニオン 28 に連結されている。上部軸 21 と同様に、下部軸 23 の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物 24（突起）を設けてある。また、下部軸 23 が回転したときに、下部軸 23 の軸方向に移動する磁性材からなる突起物 24 の位置を検出する為、MR センサ 2A（磁気抵抗効果素子、磁気センサ）が下部軸 23 と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0005】 MR センサ 1A 及び 2A は、それぞれ例え

ば、2つの磁気抵抗からなる分圧回路と、ステアリングシャフトに面しない側に設けられたバイアス用磁石とを備えている。バイアス用磁石は、磁性材からなる突起物22及び24による磁界の変化を大きくして、MRセンサ1A及び2Aの感度を高める為に、ステアリングシャフト表面の磁界を強化する。

【0006】MRセンサ1Aの検出信号は減算回路29に与えられ、MRセンサ2Aの検出信号は減算回路29とアンプ31とに与えられる。アンプ31の出力電圧は、下部軸23、磁性材からなる突起物24及びMRセンサ2Aからなる回転角度検出装置が検出した、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号として出力される。減算回路29の出力電圧はアンプ30に与えられ、アンプ30の出力電圧は、トルク検出装置が検出した、ステアリングホイール1に加えられた操舵トルクを示す信号として出力される。

【0007】このような構成のトルク検出装置は、上部軸21及び下部軸23が、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で回転するのに応じて、MRセンサ1A及び2Aの検出面に最近接する磁性材からなる突起物22及び24が、上部軸21及び下部軸23の軸方向に移動する。磁性材からなる突起物22及び24は、上部軸21及び下部軸23の周面に沿わせて螺旋状に設けてあるので、MRセンサ1A及び2Aの検出面に最近接する磁性材からなる突起物22及び24の、上部軸21及び下部軸23の軸方向の位置と、上部軸21及び下部軸23の回転角度とを対応させることが出来る。

【0008】例えば、MRセンサ1A及び2Aの検出信号と、上部軸21及び下部軸23の回転角度（舵角）とが同様の直線的な関係になるように設定しておき、上部軸21及び下部軸23を複数回回転させれば、MRセンサ1A及び2Aの各出力は、 360° 周期の電圧波形を示し、MRセンサ1A及び2Aの各検出信号により、それぞれ上部軸21及び下部軸23の各回転角度を検出することが出来る。

【0009】ここで、ステアリングホイール1に操舵トルクが加えられ、トーションバー27に捩じれ角度が生じていれば、MRセンサ1A及び2Aの各検出信号は、その捩じれ角度に応じた電圧差が生じるので、その電圧差を減算回路29により算出することにより、その捩じれ角度が求まり、その操舵トルクを示す信号を、アンプ30から出力することが出来る。また、下部軸23、磁性材からなる突起物24及びMRセンサ2Aからなる回転角度検出装置が検出した、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号を、アンプ31から出力することが出来る。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】従来の回転角度検出装置は、ポテンショメータ等の接触摺動する部分を含むものであり、摩耗及び経年変化等により耐久性に問題があ

った。また、従来のトルク検出装置は、連結軸の捩れにより生じる磁気回路のインピーダンス変化を検出するものであり、構成が複雑であり、製造コストが高い問題があった。

【0011】本出願人は、これらの問題を解決する回転角度検出装置及びトルク検出装置（トルクセンサ）として、接触摺動する部分を含まない、耐久性が良い回転角度検出装置と、構成が簡単であり、製造コストが低いトルク検出装置と、これらを使用した舵取装置とを、図28において説明したように、特願平11-100665号特許願において、既に提案しているが、これらの回転角度検出装置及びトルク検出装置の故障検出については提案していなかった。

【0012】また、図28において説明したようなトルク検出装置では、MRセンサ1A及び2Aの各検出信号は、磁性材からなる突起物22及び24のそれぞれの始端と終端との間の切れ目においては、図29(a)に示すように、その特性が崩れて非直線的となり、トルク検出には使用出来ないだれ部分が生じるという問題があった。その為、従来は、複数のMRセンサを用い、図29(b)に示すように、その各検出信号（センサ出力）に位相のずれを与えて、だれ部分の検出信号を補正（補間）する方法が知られている。

【0013】また、例えば、図29(c)に示すように、2つのMRセンサの検出信号（センサ出力）に 180° の位相のずれを与え、更に一方の検出信号を反転させて、2つの検出信号を比較することにより、絶対角度を検出する方法がある。しかし、これらは、2つのMRセンサの検出信号の交点の精度管理が困難であり、例えば、2つのMRセンサの検出信号を10ビット精度で扱う場合には、この交点の検出信号の精度も0.1%以上が要求され、製造時のMRセンサの検出信号の精度管理が難しい。

【0014】本出願人は、上述したような事情に鑑みて、今般、4つの磁気センサを使用し、図27に示すように、互いに補正し合う為の2つの磁気センサの検出信号（センサ出力）の有効データ（直線部分）が重なった幅内で、上下共に磁気センサの検出信号を切替えるレベルを設定し、磁気センサの検出信号が、このレベル間の範囲（第1範囲）を逸脱した時点で切替え、磁気センサの検出信号の特性にだれ部分が存在しても、トルク検出が可能であり、製造時の磁気センサの検出信号の精度管理が容易なトルク検出装置を提案した。

【0015】ところで、従来のトルク検出装置では、故障した場合、トルク検出を停止していた。その為、舵取装置の操舵補助がなくなり、ステアリングが急に重くなってしまう不都合があった。本発明は、上述したような事情に鑑みてなされたものであり、第1～5発明では、接触摺動する部分を含まず、耐久性が良く、故障検出が可能な回転角度検出装置を提供することを目的とする。

第6発明では、構成が簡単であり、製造コストが低く、故障検出が可能なトルク検出装置を提供することを目的とする。第7～11発明では、4つの磁気センサを使用し、その内の1つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、舵取装置の操舵補助を急変させないトルク検出装置を提供することを目的とする。

【0016】第12、13発明では、4つの検出手段を使用し、その内の1つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、舵取装置の操舵補助を急変させないトルク検出装置を提供することを目的とする。第14発明では、第1～5発明の何れかに係る回転角度検出装置及び第6発明に係るトルク検出装置を使用した舵取装置を提供することを目的とする。第15発明では、トルク検出装置が4つの検出手段を使用し、その内の1つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、操舵補助が急変しない舵取装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】第1発明に係る回転角度検出装置は、回転軸の外周部に沿って、該回転軸の軸方向に変位して設けられた該軸方向に磁性的に不連続な部分と、該部分の前記軸方向の位置を検出する第1検出手段とを備え、該第1検出手段が検出した位置に基づき、前記回転軸の周方向の前記第1検出手段からの変位角度を検出する回転角度検出装置において、前記第1検出手段が検出すべき位置から所定間隔異なる位置を検出するべく設けられた1又は複数の第2検出手段と、該第2検出手段及び前記第1検出手段がそれぞれ検出した位置の間隔に基づき、故障の有無を判定する手段とを備えることを特徴とする。

【0018】この回転角度検出装置では、回転軸の軸方向に磁性的に不連続な部分が、回転軸の外周部に沿って軸方向に変位して設けられ、第1検出手段が、磁性的に不連続な部分の軸方向の位置を検出し、その検出した位置に基づき、回転軸の周方向の第1検出手段からの変位角度を検出する。1又は複数の第2検出手段が、第1検出手段が検出すべき位置から所定間隔異なる位置を検出するべく設けられ、判定する手段は、第2検出手段及び第1検出手段がそれぞれ検出した位置の間隔に基づき、故障の有無を判定する。これにより、接触摺動する部分を含まず、耐久性が良く、故障検出が可能な回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0019】第2発明に係る回転角度検出装置は、前記磁性的に不連続な部分は、前記回転軸の外周部に沿って螺旋状に設けてあることを特徴とする。

【0020】この回転角度検出装置では、回転軸の軸方向に磁性的に不連続な部分が、回転軸の外周部に沿って螺旋状に設けられているので、磁性的に不連続な部分の軸方向の位置を検出することにより、回転軸の周方向の第1検出手段からの変位角度を検出出来る。1又は複数の第2検出手段が、第1検出手段が検出すべき位置から

所定間隔異なる位置を検出するべく設けられ、判定する手段は、第2検出手段及び第1検出手段がそれぞれ検出した位置の間隔に基づき、故障の有無を判定する。これにより、接触摺動する部分を含まず、耐久性が良く、故障検出が可能な回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0021】第3発明に係る回転角度検出装置は、回転軸の外周部に沿って螺旋状に設けた磁性材からなる突起と、該突起の前記回転軸の軸方向の位置を検出する第1磁気センサとを備え、該第1磁気センサが検出した位置に基づき、前記回転軸の周方向の前記第1磁気センサからの変位角度を検出する回転角度検出装置において、前記第1磁気センサが検出すべき位置から所定間隔異なる位置を検出するべく設けられた1又は複数の第2磁気センサと、該第2磁気センサ及び前記第1磁気センサがそれぞれ検出した位置の間隔に基づき、故障の有無を判定する手段とを備えることを特徴とする。

【0022】この回転角度検出装置では、磁性材からなる突起が回転軸の外周部に沿って螺旋状に設けられ、第1磁気センサがその突起の軸方向の位置を検出し、その検出した位置に基づき、回転軸の周方向の第1磁気センサからの変位角度を検出する。1又は複数の第2磁気センサが、第1磁気センサが検出すべき位置から所定間隔異なる位置を検出するべく設けられ、判定する手段が、第2磁気センサ及び第1磁気センサがそれぞれ検出した位置の間隔に基づき、故障の有無を判定する。これにより、接触摺動する部分を含まず、耐久性が良く、故障検出が可能な回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0023】第4発明に係る回転角度検出装置は、回転体と、該回転体が回転するに従って、検出される部位が連続的に変化すべく、前記回転体に設けられたターゲットと、該ターゲットの近接する部位を検出する第1検出手段とを備え、該第1検出手段が検出した部位を示す検出信号に基づき、前記回転体の回転方向の変位角度を検出する回転角度検出装置であって、前記第1検出手段が検出すべき部位から所定間隔異なる部位を検出するべく設けられた1又は複数の第2検出手段と、該第2検出手段及び前記第1検出手段がそれぞれ検出した部位を示す検出信号の差又は和に基づき、故障の有無を判定する手段とを備えることを特徴とする。

【0024】この回転角度検出装置では、ターゲットが、回転体が回転するに従って、検出される部位が連続的に変化するように、回転体に設けられ、第1検出手段が、ターゲットの近接する部位を検出し、第1検出手段が検出した部位を示す検出信号に基づき、回転体の回転方向の変位角度を検出する。1又は複数の第2検出手段が、第1検出手段が検出すべき部位から所定間隔異なる部位を検出するべく設けられ、判定する手段は、第2検出手段及び第1検出手段がそれぞれ検出した部位を示す検出信号の差又は和に基づき、故障の有無を判定する。こ

れにより、接触摺動する部分を含まず、耐久性が良く、故障検出が可能な回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0025】第5発明に係る回転角度検出装置は、前記ターゲットは、前記回転体の周面に沿って連続して複数設けてあることを特徴とする。

【0026】この回転角度検出装置では、ターゲットは、回転体の周面に沿って連続して複数設けてあるので、検出感度が良く、接触摺動する部分を含まず、耐久性が良く、故障検出が可能な回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0027】第6発明に係るトルク検出装置は、入力軸に加わるトルクを、入力軸と出力軸とを連結する連結軸に生じる振れ角度によって検出するトルク検出装置において、前記入力軸及び出力軸のそれぞれの変位角度を検出する請求項1～5の何れかに記載された回転角度検出装置と、該回転角度検出装置がそれぞれ検出した変位角度の差を検出する手段とを備え、該手段が検出した変位角度の差を前記振れ角度とすべくしてあることを特徴とする。

【0028】このトルク検出装置では、入力軸に加わるトルクを、入力軸と出力軸とを連結する連結軸に生じる振れ角度によって検出する。請求項1～5の何れかに記載された回転角度検出装置が、入力軸及び出力軸のそれぞれの変位角度を検出し、差を検出する手段が、回転角度検出装置がそれぞれ検出した変位角度の差を検出し、その検出した変位角度の差を連結軸に生じる振れ角度とする。これにより、構成が簡単であり、製造コストが低く、故障検出が可能なトルク検出装置を実現することが出来る。

【0029】第7発明に係るトルク検出装置は、連結軸により連結された入力軸及び出力軸の各外周部に、その軸方向及び周方向に変位して設けられた磁性的に不連続な部分の前記軸方向の位置を、それぞれ第1磁気センサ及び第2磁気センサが検出し、該第1磁気センサ及び第2磁気センサがそれぞれ検出する前記部分の位置から前記周方向及び／又は前記軸方向に各所定間隔離隔した前記部分の前記軸方向の位置を、それぞれ第3磁気センサ及び第4磁気センサが検出し、前記第1～4磁気センサがそれぞれ検出した位置が、第1範囲内にあるか否かを判定し、その判定結果に基づき、前記連結軸の振れ角度を検出する為の前記位置を、前記入力軸及び出力軸のそれぞれについて選択し、選択した各位置に基づき前記振れ角度を検出し、検出した振れ角度に基づいて、前記入力軸に加わるトルクを検出するトルク検出装置であって、前記第1～4磁気センサの何れかが故障したときに、第1磁気センサ及び第2磁気センサからなる対又は第3磁気センサ及び第4磁気センサからなる対から、故障した磁気センサを含まない対を選択する第1選択手段と、該第1選択手段が選択した対の磁気センサがそれぞ

れ検出した前記部分の位置が、前記第1範囲より大きい第2範囲内にあるか否かを判定する判定手段と、該判定手段が第2範囲内にあると判定したときに、前記部分の位置に基づき前記振れ角度を検出する手段と、該手段が検出した振れ角度に基づいて、前記入力軸に加わるトルクを検出すべくしてあることを特徴とする。

【0030】このトルク検出装置では、連結軸により連結された入力軸及び出力軸の各外周部に、その軸方向及び周方向に変位して設けられた磁性的に不連続な部分の前記軸方向の位置を、それぞれ第1磁気センサ及び第2磁気センサが検出し、第1磁気センサ及び第2磁気センサがそれぞれ検出する前記部分の位置から周方向及び／又は軸方向に各所定間隔離隔した前記部分の軸方向の位置を、それぞれ第3磁気センサ及び第4磁気センサが検出する。第1～4磁気センサがそれぞれ検出した位置が、第1範囲内にあるか否かを判定し、その判定結果に基づき、連結軸の振れ角度を検出する為の前記位置を、入力軸及び出力軸のそれぞれについて選択し、選択した各位置に基づき振れ角度を検出し、検出した振れ角度に基づいて、入力軸に加わるトルクを検出する。

【0031】第1選択手段は、第1～4磁気センサの何れかが故障したときに、第1磁気センサ及び第2磁気センサからなる対又は第3磁気センサ及び第4磁気センサからなる対から、故障した磁気センサを含まない対を選択する。判定手段は、第1選択手段が選択した対の磁気センサがそれぞれ検出した前記部分の位置が、第1範囲より大きい第2範囲内にあるか否かを判定する。検出する手段は、判定手段が第2範囲内にあると判定したときに、前記部分の位置に基づき振れ角度を検出し、検出する手段が検出した振れ角度に基づいて、入力軸に加わるトルクを検出する。これにより、4つの磁気センサの内の1つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、舵取装置の操舵補助を急変させないトルク検出装置を実現することが出来る。

【0032】第8発明に係るトルク検出装置は、前記判定手段は、第1磁気センサ及び第3磁気センサからなる対又は第2磁気センサ及び第4磁気センサからなる対から、故障した磁気センサを含まない対を選択する第2選択手段と、該第2選択手段が選択した対の磁気センサがそれぞれ検出した2つの位置が、第1範囲内にあるか否かを判定する手段と、該手段の判定結果に基づき、前記2つの位置から1つを選択する第3選択手段と、前記2つの位置及び前記各所定間隔に基づき、前記第3選択手段が選択した位置を補正する手段とを有し、該手段が補正した位置に基づき、前記部分の位置が第2範囲内にあるか否かを判定すべくしてあることを特徴とする。

【0033】このトルク検出装置では、判定手段は、第2選択手段が、第1磁気センサ及び第3磁気センサからなる対又は第2磁気センサ及び第4磁気センサからなる対から、故障した磁気センサを含まない対を選択する。

判定する手段は、第 2 選択手段が選択した対の磁気センサがそれぞれ検出した 2 つの位置が、第 1 範囲内にあるか否かを判定し、第 3 選択手段は、その判定結果に基づき、前記 2 つの位置から 1 つを選択する。補正する手段は、前記 2 つの位置及び各所定間隔に基づき、第 3 選択手段が選択した位置を補正し、補正する手段が補正した位置に基づき、前記部分の位置が第 2 範囲内にあるか否かを判定する。これにより、4 つの磁気センサの内の 1 つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、舵取装置の操舵補助を急変させないトルク検出装置を実現することが出来る。

【0034】第 9 発明に係るトルク検出装置は、前記磁性的に不連続な部分は、前記入力軸及び出力軸の各外周部に沿って螺旋状に設けてあることを特徴とする。

【0035】このトルク検出装置では、磁性的に不連続な部分は、入力軸及び出力軸の各外周部に沿って螺旋状に設けてあるので、各磁気センサが検出する軸方向の位置と周方向の角度とを対応させることが出来、4 つの磁気センサの内の 1 つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、舵取装置の操舵補助を急変させないトルク検出装置を実現することが出来る。

【0036】第 10 発明に係るトルク検出装置は、前記磁性的に不連続な部分は、前記入力軸及び出力軸の各外周部に沿って等間隔にそれぞれ複数設けてあることを特徴とする。

【0037】このトルク検出装置では、磁性的に不連続な部分は、入力軸及び出力軸の各外周部に沿って等間隔にそれぞれ複数設けてあるので、周方向の角度当たりの磁気センサの検出信号を大きくすることが出来、4 つの磁気センサの内の 1 つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、舵取装置の操舵補助を急変させないトルク検出装置を実現することが出来る。

【0038】第 11 発明に係るトルク検出装置は、前記磁性的に不連続な部分は、磁性材からなる突起であることを特徴とする。

【0039】このトルク検出装置では、磁性的に不連続な部分は、磁性材からなる突起であるので、磁気センサの検出信号の特性にだれ部分が存在しても、トルク検出が可能であり、4 つの磁気センサの内の 1 つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、舵取装置の操舵補助を急変させないトルク検出装置を実現することが出来る。

【0040】第 12 発明に係るトルク検出装置は、連結軸により連結された入力軸及び出力軸に、回転体と、該回転体が回転するに従って、検出される部位が周期的及び連続的に変化すべく、前記回転体に設けられた 1 又は複数のターゲットと、該ターゲットの近接する部位を検出する第 1 検出手段及び第 2 検出手段と、該第 1 検出手段及び第 2 検出手段がそれぞれ検出する部位から所定角度位相が異なる部位をそれぞれ検出する第 3 検出手段及

び第 4 検出手段とをそれぞれ備え、前記第 1～4 検出手段がそれぞれ検出した部位が、第 1 範囲内にあるか否かを判定し、その判定結果に基づき、前記連結軸の振れ角度を検出する為の前記部位を、前記入力軸及び出力軸のそれぞれについて選択し、選択した各部位に基づき前記振れ角度を検出し、検出した振れ角度に基づいて、前記入力軸に加わるトルクを検出するトルク検出装置であって、前記第 1～4 検出手段の何れかが故障したときに、第 1 検出手段及び第 2 検出手段からなる対又は第 3 検出手段及び第 4 検出手段からなる対から、故障した検出手段を含まない対を選択する第 1 選択手段と、該第 1 選択手段が選択した対の検出手段がそれぞれ検出した前記部位が、前記第 1 範囲より大きい第 2 範囲内にあるか否かを判定する判定手段と、該判定手段が第 2 範囲内にあると判定したときに、前記部位に基づき前記振れ角度を検出する手段とを備え、該手段が検出した振れ角度に基づいて、前記入力軸に加わるトルクを検出すべくしてあることを特徴とする。

【0041】このトルク検出装置では、連結軸により連結された入力軸及び出力軸が、それぞれ回転体を備え、1 又は複数のターゲットが、回転体が回転するに従って、検出される部位が周期的及び連続的に変化すべく、回転体に設けられている。第 1 検出手段及び第 2 検出手段が、それぞれターゲットの近接する部位を検出し、第 3 検出手段及び第 4 検出手段が、第 1 検出手段及び第 2 検出手段がそれぞれ検出する部位から所定角度位相が異なる部位をそれぞれ検出する。第 1～4 検出手段がそれぞれ検出した部位が、第 1 範囲内にあるか否かを判定し、その判定結果に基づき、連結軸の振れ角度を検出する為の部位を、入力軸及び出力軸のそれぞれについて選択し、選択した各部位に基づき連結軸の振れ角度を検出し、検出した振れ角度に基づいて、入力軸に加わるトルクを検出する。

【0042】このトルク検出装置は、第 1 選択手段が、第 1～4 検出手段の何れかが故障したときに、第 1 検出手段及び第 2 検出手段からなる対又は第 3 検出手段及び第 4 検出手段からなる対から、故障した検出手段を含まない対を選択し、判定手段が、第 1 選択手段が選択した対の検出手段がそれぞれ検出した部位が、第 1 範囲より大きい第 2 範囲内にあるか否かを判定する。検出する手段は、判定手段が第 2 範囲内にあると判定したときに、前記部位に基づき連結軸の振れ角度を検出し、検出する手段が検出した振れ角度に基づいて、入力軸に加わるトルクを検出する。これにより、4 つの検出手段の内の 1 つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、舵取装置の操舵補助を急変させないトルク検出装置を実現することが出来る。

【0043】第 13 発明に係るトルク検出装置は、前記判定手段は、第 1 検出手段及び第 3 検出手段からなる対又は第 2 検出手段及び第 4 検出手段からなる対から、故

障した検出手段を含まない対を選択する第2選択手段と、該第2選択手段が選択した対の検出手段がそれぞれ検出した2つの部位が、第1範囲内にあるか否かを判定する手段と、該手段の判定結果に基づき、前記2つの部位から1つを選択する第3選択手段と、前記2つの部位及び前記各所定角度に基づき、前記第3選択手段が選択した部位を補正する手段とを有し、該手段が補正した部位に基づき、前記第1選択手段が選択した対の検出手段がそれぞれ検出した部位が、第2範囲内にあるか否かを判定すべくしてあることを特徴とする。

【0044】このトルク検出装置では、判定手段は、第2選択手段が、第1検出手段及び第3検出手段からなる対又は第2検出手段及び第4検出手段からなる対から、故障した検出手段を含まない対を選択し、判定する手段が、第2選択手段が選択した対の検出手段がそれぞれ検出した2つの部位が、第1範囲内にあるか否かを判定する。第3選択手段が、判定する手段の判定結果に基づき、前記2つの部位から1つを選択し、補正する手段が、前記2つの部位及び前記各所定角度に基づき、第3選択手段が選択した部位を補正し、補正する手段が補正した部位に基づき、第1選択手段が選択した対の検出手段がそれぞれ検出した部位が、第2範囲内にあるか否かを判定する。これにより、4つの検出手段の内の1つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、舵取装置の操舵補助を急変させないトルク検出装置を実現することが出来る。

【0045】第14発明に係る舵取装置は、操舵輪に繋がる入力軸と、前記操舵輪に加わる操舵トルクに基づき駆動制御される操舵補助用の電動モータと、該電動モータに連動する出力軸と、前記入力軸に加わる操舵トルクを、前記入力軸及び出力軸を連結する連結軸に生じる振れ角度によって検出する請求項6に記載されたトルク検出装置とを備え、該トルク検出装置が有する回転角度検出装置により前記操舵輪の舵角を検出すべくしてあることを特徴とする。

【0046】この舵取装置では、入力軸が操舵輪に繋がり、操舵補助用の電動モータが、操舵輪に加わる操舵トルクに基づき駆動制御され、出力軸が電動モータに連動する。請求項6に記載されたトルク検出装置が、入力軸に加わる操舵トルクを、入力軸及び出力軸を連結する連結軸に生じる振れ角度によって検出する。また、トルク検出装置が有する回転角度検出装置により操舵輪の舵角を検出する。これにより、第6発明に係るトルク検出装置を使用した舵取装置を実現することが出来ると共に、この舵取装置は、そのトルク検出装置に使用している2つの第1～5発明の何れかに係る回転角度検出装置の何れか又は両方を、回転角度検出装置として使用することが出来る。

【0047】第15発明に係る舵取装置は、操舵輪に繋がる入力軸と、前記操舵輪に加わる操舵トルクに基づき

駆動制御される操舵補助用の電動モータと、該電動モータに連動する出力軸と、前記入力軸に加わる操舵トルクを、前記入力軸及び出力軸を連結する連結軸に生じる振れ角度によって検出する請求項7～13の何れかに記載されたトルク検出装置とを備えることを特徴とする。

【0048】この舵取装置では、入力軸が操舵輪に繋がり、操舵補助用の電動モータが、操舵輪に加わる操舵トルクに基づき駆動制御される。出力軸が電動モータに連動し、請求項7～13の何れかに記載されたトルク検出装置が、入力軸に加わる操舵トルクを、入力軸及び出力軸を連結する連結軸に生じる振れ角度によって検出する。これにより、トルク検出装置が4つの磁気センサを使用し、その内の1つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、操舵補助が急変しない舵取装置を実現することが出来る。

【0049】

【発明の実施の形態】以下に、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて説明する。

実施の形態1. 図1は、本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態1の要部構成を示す原理図である。この回転角度検出装置は、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール1が連結され、下端部にピニオン13が連結されたステアリングシャフト11（操舵輪）の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物12（突起）を設けてある。

【0050】この回転角度検出装置は、また、ステアリングシャフト11が回転したときに、ステアリングシャフト11の軸方向に移動する磁性材からなる突起物12の位置を検出する為に、MRセンサ14a（磁気抵抗効果素子、第1磁気センサ、第1検出手段）がステアリングシャフト11と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。また、MRセンサ14b、14c（磁気抵抗効果素子、第2磁気センサ、第2検出手段）が、MRセンサ14aが検出する突起物12の位置からそれぞれ所定間隔異なる突起物12の位置を検出するように設けられている。MRセンサ14a、14b、14cは、1つのパッケージ14に収納され一体構造となっている。

【0051】MRセンサ14a、14b、14cが検出した位置信号は、それぞれ信号処理部15に送られ、故障判定に使用されると共に、MRセンサ14aが検出した位置信号は、ステアリングシャフト11の回転角度の検出に使用される。MRセンサ14a、14b、14cは、例えば、2つの磁気抵抗からなる分圧回路と、ステアリングシャフト11に面しない側に設けられた共通のバイアス用磁石とを備えている。バイアス用磁石は、磁性材からなる突起物12による磁界の変化を大きくして、MRセンサ14a、14b、14cの感度を高める為に、ステアリングシャフト11表面の磁界を強化する。

【0052】このような構成の回転角度検出装置は、ステアリングシャフト11が、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で回転するのに応じて、MRセンサ14aの検出面に最近接する磁性材からなる突起物12が、ステアリングシャフト11の軸方向に移動する。磁性材からなる突起物12は、ステアリングシャフト11の周面に沿わせて螺旋状に設けてあるので、MRセンサ14aの検出面に最近接する磁性材からなる突起物12の、ステアリングシャフト11の軸方向の位置と、ステアリングシャフト11の回転角度とを対応させることが出来、例えば、図2に示すように、MRセンサ14aが検出した位置信号である出力電圧（MRセンサ出力）と、ステアリングシャフト11の回転角度（舵角）とが直線的な関係になるように設定しておけば、MRセンサ14aの出力電圧に基づき、ステアリングシャフト11の回転角度を検出することが出来る。

【0053】また、MRセンサ14b、14cも、MRセンサ14aと同様に、位置信号を出力するが、MRセンサ14aが検出する突起物12の位置からそれぞれ所定間隔異なる突起物12の位置を検出するように設けられており、それらの出力電圧は、図3に示すように、MRセンサ14aの出力電圧とは、それぞれ、ステアリングシャフト11の回転角度 θ_1 、 θ_2 に対応する電圧分相違している。

【0054】信号処理部15は、MRセンサ14a、14b、14cの各出力電圧 V_a 、 V_b 、 V_c を与えられ、図4のフローチャートに示すように、電圧 V_n1 、 V_n2 を使用して、 $V_n1 \leq V_b - V_c \leq V_n2$ かつ $V_n1 \leq V_c - V_a \leq V_n2$ であるか否かを判定する（S1）。電圧 V_n1 、 V_n2 は、ステアリングシャフト11の回転角度 θ_1 、 $\theta_2 - \theta_1$ 、 $360^\circ - \theta_2$ に対応するMRセンサ14a、14b、14cの各出力電圧に基づいて定めてある。信号処理部15は、 $V_n1 \leq V_b - V_c \leq V_n2$ かつ $V_n1 \leq V_c - V_a \leq V_n2$ であれば（S1）、ステアリングシャフト11の回転角度 θ が $0^\circ \leq \theta < \theta_1$ の範囲にあり、センサは異常なしとして、再度、最初から判定を行う（S1）。

【0055】信号処理部15は、 $V_n1 \leq V_b - V_c \leq V_n2$ かつ $V_n1 \leq V_c - V_a \leq V_n2$ でなければ（S1）、ステアリングシャフト11の回転角度 θ が $0^\circ \leq \theta < \theta_1$ の範囲にないものとして、 $V_n1 \leq V_c - V_a \leq V_n2$ かつ $V_n1 \leq V_a - V_b \leq V_n2$ であるか否かを判定する（S2）。 $V_n1 \leq V_c - V_a \leq V_n2$ かつ $V_n1 \leq V_a - V_b \leq V_n2$ であれば、ステアリングシャフト11の回転角度 θ が $\theta_1 \leq \theta < \theta_2$ の範囲にあり、センサは異常なしとして、再度、最初から判定を行う（S1）。

【0056】信号処理部15は、 $V_n1 \leq V_c - V_a \leq V_n2$ かつ $V_n1 \leq V_a - V_b \leq V_n2$ でなければ（S2）、ステアリングシャフト11の回転角度 θ が $\theta_1 \leq$

$\theta < \theta_2$ の範囲にないものとして、 $V_n1 \leq V_a - V_b \leq V_n2$ かつ $V_n1 \leq V_b - V_c \leq V_n2$ であるか否かを判定する（S3）。 $V_n1 \leq V_a - V_b \leq V_n2$ かつ $V_n1 \leq V_b - V_c \leq V_n2$ であれば、ステアリングシャフト11の回転角度 θ が $\theta_2 \leq \theta \leq 360^\circ$ の範囲にあり、センサは異常なしとして、再度、最初から判定を行う（S1）。

【0057】信号処理部15は、 $V_n1 \leq V_a - V_b \leq V_n2$ かつ $V_n1 \leq V_b - V_c \leq V_n2$ でなければ（S3）、ステアリングシャフト11の回転角度 θ が $\theta_2 \leq \theta \leq 360^\circ$ の範囲にないものとして、つまり、ステアリングシャフト11の回転角度 θ が $0^\circ \sim 360^\circ$ の範囲になく、また、MRセンサ14a、14b、14cの各出力電圧は正常であれば、図3に示すように、 360° の周期を有していることから、センサに異常が発生していると判定して故障を検出し（S4）、舵角検出を中止する（S5）。

【0058】実施の形態2。図5は、本発明に係るトルク検出装置の実施の形態2の要部構成を示す原理図である。このトルク検出装置は、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール1が連結され、下端部にトーションバー（連結軸）27が連結されたステアリングシャフト（操舵軸）の上部軸21（入力軸）の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物22（突起）を設けてある。

【0059】このトルク検出装置は、また、上部軸21が回転したときに、上部軸21の軸方向に移動する磁性材からなる突起物22の位置を検出する為に、MRセンサAa（第1磁気センサ、第1検出手段）が上部軸21と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。また、MRセンサAb、Ac（第2磁気センサ、第2検出手段）が、MRセンサAaが検出する突起物22の位置からそれぞれ所定間隔異なる突起物22の位置を検出するように設けられている。MRセンサAa、Ab、Acは、1つのパッケージAに収納され一体構造となっている。

【0060】ステアリングシャフトの下部軸23（出力軸）は、上端部がトーションバー27に連結され、下端部がピニオン28に連結されている。上部軸21と同様に、下部軸23の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物24（突起）を設けてある。また、下部軸23が回転したときに、下部軸23の軸方向に移動する磁性材からなる突起物24の位置を検出する為に、MRセンサBa（第1磁気センサ、第1検出手段）が下部軸23と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。また、MRセンサBb、Bc（第2磁気センサ、第2検出手段）が、MRセンサBaが検出する突起物24の位置からそれぞれ所定間隔異なる突起物24の位置を検出するように設けられている。MRセンサBa、Bb、Bcは、1つのパッ

ケースBに収納され一体構造となっている。

【0061】MRセンサAaの出力電圧は減算回路29（差を検出する手段）に与えられ、MRセンサBaの出力電圧は減算回路29とアンプ31とに与えられる。アンプ31の出力電圧は、下部軸23、磁性材からなる突起物24及びMRセンサBaからなる回転角度検出装置が検出した、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号として出力される。トーションバー27の捩じれ角度は高々数度であり、上部軸21、磁性材からなる突起物22及びMRセンサAaからなる回転角度検出装置により、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号を出力しても良い。

【0062】減算回路29の出力電圧はアンプ30に与えられ、アンプ30の出力電圧は、トルク検出装置が検出した、ステアリングホイール1に加えられた操舵トルクを示す信号として出力される。MRセンサAa、Ab、Ac、Ba、Bb、Bcがそれぞれ検出した位置信号は、それぞれ信号処理部32に送られ、故障判定に使用される。

【0063】このような構成のトルク検出装置は、上部軸21及び下部軸23が、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で回転するのに応じて、MRセンサAa及びBaの検出面に最近接する磁性材からなる突起物22及び24が、上部軸21及び下部軸23の軸方向に移動する。磁性材からなる突起物22及び24は、上部軸21及び下部軸23の周面に沿わせて螺旋状に設けてあるので、MRセンサAa及びBaの検出面に最近接する磁性材からなる突起物22及び24の、上部軸21及び下部軸23の軸方向の位置と、上部軸21及び下部軸23の回転角度とを対応させることが出来る。

【0064】例えば、MRセンサAa及びBaの出力電圧と、上部軸21及び下部軸23の回転角度（舵角）とが同様の直線的な関係になるように設定しておき、上部軸21及び下部軸23を複数回転させれば、図6

(a)及び(b)に示すように、MRセンサAa及びBaの出力は、 360° 周期の電圧波形を示し、MRセンサAa及びBaの出力電圧により、それぞれ上部軸21及び下部軸23の回転角度を検出することが出来る。

【0065】ここで、ステアリングホイール1に操舵トルクが加えられ、トーションバー27に捩じれ角度が生じていれば、MRセンサAa及びBaの出力電圧は、例えば、図6(c)に示すように、その捩じれ角度に応じた電圧差 ΔV が生じるので、その電圧差を減算回路29により算出することにより、その捩じれ角度が求まり、その操舵トルクを示す信号を、アンプ30から出力することが出来る。また、下部軸23、磁性材からなる突起物24及びMRセンサBaからなる回転角度検出装置が検出した、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号を、アンプ31から出力することが出来る。

【0066】信号処理部32は、MRセンサAa、A

b、Ac、Ba、Bb、Bcがそれぞれ検出した位置信号を与えられ、MRセンサAa、Ab、Ac及びMRセンサBa、Bb、Bcの組毎に、故障判定を行う。信号処理部32の故障判定の動作は、実施の形態1で説明した信号処理部15の、MRセンサ14a、14b、14cの故障判定の動作（図3、4）と同様であるので、説明を省略する。

【0067】実施の形態3。図7は、本発明に係る回転角度検出装置及びトルク検出装置の実施の形態3の構成を模式的に示す模式図である。この回転角度検出装置及びトルク検出装置は、自動車の舵取装置に適用しており、上端を舵輪（ステアリングホイール）1に連結された入力軸46と、下端を舵取機構のピニオン48に連結された出力軸47とを、細径のトーションバー49（連結軸）を介して同軸上に連結し、前記舵輪1と舵取機構とを連絡する操舵軸43が構成されており、トルク検出装置は、前記入力軸46及び出力軸47の連結部近傍に以下のように構成されている。

【0068】入力軸46には、出力軸47との連結側端部近傍に、円板形をなすターゲット板42（回転体）が同軸上に外嵌固定されており、ターゲット板42の外周面には、複数（図においては5個）のターゲット45が並設されている。ターゲット45は、ターゲット板42の外周面を展開した図8の展開図に示すように、ターゲット板42の外周面に沿って一方向に傾斜して設けてある第1傾斜部45aと、他方向に傾斜して設けてある第2傾斜部45bとを備えた磁性体製の突条であり、ターゲット板42の外周面の周方向に等配に並設されている。第1傾斜部45a及び第2傾斜部45bは、その接続点を通るべきターゲット板42の回転軸の軸長方向の直線に関して略線対称となっている。

【0069】上述したのと同様のターゲット45を備えたターゲット板42が、出力軸47の入力軸46との連結側端部近傍にも外嵌固定されており、出力軸47側のターゲット板42の各ターゲット45と、入力軸46側のターゲット板42の各ターゲット45とは周方向に整合されて並設されている。

【0070】両ターゲット42の外側には、それぞれの外周のターゲット45の外縁を臨むようにセンサボックス41が配設されている。センサボックス41は、入力軸46及び出力軸47を支承するハウジング等の動かない部位に固定支持されている。センサボックス41の内部には、入力軸46側のターゲット45の周方向に異なる部位に対向する磁気センサAa、Ab、Acと、出力軸47側のターゲット45の周方向に異なる部位に対向する磁気センサBa、Bb、Bcとが、周方向位置を正しく合わせて収納されている。

【0071】磁気センサAbは、磁気センサAaとターゲット45の周方向に θ_1° 異なる部位に対向しており、磁気センサAcは、磁気センサAaとターゲット4

10

20

30

40

50

5の周方向に θ_2° （但し、 $2\theta_1 = \theta_2$ ）異なる部位に対向している。同様に、磁気センサBbは、磁気センサBaとターゲット45の周方向に θ_1° 異なる部位に対向しており、磁気センサBcは、磁気センサBaとターゲット45の周方向に θ_2° （但し、 $2\theta_1 = \theta_2$ ）異なる部位に対向している。

【0072】磁気センサAa, Ab, Ac, Ba, Bb, Bcは、磁気抵抗効果素子（MR素子）等、磁界の作用により電気的特性（抵抗）が変化する特性を有する素子を用い、対向するターゲット45の近接する部位に応じた検出信号が変わるように構成されたセンサであり、これらの検出信号は、センサボックス41外部のマイクロプロセッサを用いてなる信号処理部44に与えられている。

【0073】以下に、このような構成の回転角度検出装置及びトルク検出装置の動作を説明する。磁気センサAa, Ab, Ac, Ba, Bb, Bcがそれぞれ対向するターゲット45は、前述したように、入力軸46及び出力軸47に同軸上に外嵌固定された各ターゲット板42の外周面に沿って一方向に傾斜した第1傾斜部45aと、他方向に傾斜した第2傾斜部45bとを備えて、周方向に等配に並設された磁性体製の突条である。

【0074】従って、入力軸46（出力軸47）が軸回りに回転した場合、各磁気センサAa, Ab, Ac（Ba, Bb, Bc）は、対応するターゲット45がそれぞれとの対向位置を通過する間、図9に示すように、入力軸46（出力軸47）の回転角度の変化に応じて、比例的に上昇し下降する検出信号Va, Vb, Vcを出力する。検出信号Vbは、検出信号Vcと θ_1° の位相のずれを有しており、検出信号Vaは、検出信号Vcと θ_2° の位相のずれを有している。

【0075】各磁気センサAa, Ab, Ac（Ba, Bb, Bc）の各検出信号Va, Vb, Vcは、これらに対応するターゲット45が設けられた入力軸46（出力軸47）の回転角度に対応するものとなる。従って、信号処理部44は、磁気センサAa, Ab, Acの検出信号から入力軸46の回転角度を算出することができ、信号処理部44及び磁気センサAa, Ab, Acは入力軸46の回転角度検出装置として作動する。また、信号処理部44は、磁気センサBa, Bb, Bcの検出信号から出力軸47の回転角度を算出することができ、信号処理部44及び磁気センサBa, Bb, Bcは出力軸47の回転角度検出装置として作動する。

【0076】ここで、磁気センサAa及びBaの各検出信号について記述すると、入力軸46及び出力軸47が回転したとき、磁気センサAa及びBaの各検出信号（Aa出力及びBa出力）は、それぞれ図10（a）及び（b）に示すように、 72° 周期の二等辺三角形形状の波形で変化する。

【0077】入力軸46に回転トルクが加わった場合、

磁気センサAa及びBaの各検出信号は、図10（c）に示すように変化する。ここで、磁気センサAa及びBaの各検出信号の差 ΔV は、入力軸46と出力軸47との回転角度の差（相対角変位）に対応するものとなる。この相対角変位は、入力軸46に加わる回転トルクの作用下において、入力軸46と出力軸47とを連結するトーションバー49（連結軸）に生じる捩れ角度に対応する。従って、信号処理部44は、前述した検出信号の差に基づいて入力軸46に加わる回転トルクを算出することができる。

【0078】このとき、信号処理部44及び磁気センサAa, Ab, Ac（信号処理部44及び磁気センサBa, Bb, Bc）からなる回転角度検出装置は、以下の図4のフローチャートに示すような故障判定動作を行う。信号処理部44は、まず、電圧 V_{n1} , V_{n2} を使用して、 $V_{n1} \leq V_b - V_c \leq V_{n2}$ かつ $V_{n1} \leq V_c - V_a \leq V_{n2}$ であるか否かを判定する（S1）。ここで、電圧 V_{n1} , V_{n2} は、磁気センサAa, Ab, Ac（Ba, Bb, Bc）の各出力電圧の差又は和に基づいて定めてあり、例えば、 $V_{n1} = -V_{n2}$ とする。

【0079】信号処理部44は、 $V_{n1} \leq V_b - V_c \leq V_{n2}$ かつ $V_{n1} \leq V_c - V_a \leq V_{n2}$ であれば（S1）、センサは異常なしとして、再度、最初から判定を行う（S1）。信号処理部44は、 $V_{n1} \leq V_b - V_c \leq V_{n2}$ かつ $V_{n1} \leq V_c - V_a \leq V_{n2}$ でなければ（S1）、 $V_{n1} \leq V_c - V_a \leq V_{n2}$ かつ $V_{n1} \leq V_a - V_b \leq V_{n2}$ であるか否かを判定する（S2）。

【0080】信号処理部44は、 $V_{n1} \leq V_c - V_a \leq V_{n2}$ かつ $V_{n1} \leq V_a - V_b \leq V_{n2}$ であれば、センサは異常なしとして、再度、最初から判定を行う（S1）。信号処理部44は、 $V_{n1} \leq V_c - V_a \leq V_{n2}$ かつ $V_{n1} \leq V_a - V_b \leq V_{n2}$ でなければ（S2）、 $V_{n1} \leq V_a - V_b \leq V_{n2}$ かつ $V_{n1} \leq V_b - V_c \leq V_{n2}$ であるか否かを判定する（S3）。

【0081】信号処理部44は、 $V_{n1} \leq V_a - V_b \leq V_{n2}$ かつ $V_{n1} \leq V_b - V_c \leq V_{n2}$ であれば、センサは異常なしとして、再度、最初から判定を行う（S1）。信号処理部44は、 $V_{n1} \leq V_a - V_b \leq V_{n2}$ かつ $V_{n1} \leq V_b - V_c \leq V_{n2}$ でなければ（S3）、センサに異常が発生していると判定して故障を検出し（S4）、舵角検出を中止する（S5）。尚、上述した各ステップS1～3では、各検出信号の差に基づいて判定しているが、各検出信号の互いの和に基づいて判定しても良い。

【0082】実施の形態4。図11は、本発明に係る舵取装置の実施の形態4の要部構成を示す縦断面図である。この舵取装置は、上端部にステアリングホイール1が取付けられる上部軸52を備え、上部軸52の下端部には、第1ダウエルピン53を介して筒状の入力軸54

10

20

30

40

50

及びこれの内側に挿入される連結軸（トーションバー）55の上端部が連結されている。連結軸55の下端部には、第2ダウエルピン56を介して筒状の出力軸57が連結されており、上部軸52、入力軸54及び出力軸57が軸受58、59、60を介してハウジング61内にそれぞれ回転が可能に支持されている。

【0083】このハウジング61内には、前記連結軸55を介して連結される入力軸54及び出力軸57の相対変位量により操舵トルクを検出するトルク検出装置64と、トルク検出装置64の検出結果に基づいて駆動される操舵補助用の電動モータ62の回転を減速して、前記出力軸57に伝達する減速機構63とを備え、ステアリングホイール1の回転に応じた舵取機構の動作を前記電動モータ62の回転により補助し、舵取の為の運転者の労力負担を軽減するように構成されている。出力軸57の下端部は、ユニバーサルジョイントを介してラックピニオン式の舵取機構に連結されている。

【0084】トルク検出装置64は、前記入力軸54の周面64aに沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物64c（突起）を設けてあり、入力軸54が回転したときに、入力軸54の軸方向に移動する磁性材からなる突起物64cの位置を検出する為に、MRセンサ64ea（第1磁気センサ、第1検出手段）が入力軸54と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。また、MRセンサ64eb、64ec（第2磁気センサ、第2検出手段）が、MRセンサ64eaが検出する突起物64cの位置からそれぞれ所定間隔異なる突起物64cの位置を検出するように設けられている。MRセンサ64ea、64eb、64ecは、1つのパッケージ64eに収納され一体構造となっている。

【0085】出力軸57は、入力軸54と同様に、出力軸57の周面64bに沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物64d（突起）を設けてあり、出力軸57が回転したときに、出力軸57の軸方向に移動する磁性材からなる突起物64dの位置を検出する為に、MRセンサ64fa（第1磁気センサ、第1検出手段）が出力軸57と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0086】また、MRセンサ64fb、64fc（第2磁気センサ素子、第2検出手段）が、MRセンサ64faが検出する突起物64dの位置からそれぞれ所定間隔異なる突起物64dの位置を検出するように設けられている。MRセンサ64fa、64fb、64fcは、1つのパッケージ64fに収納され一体構造となっている。MRセンサ64ea、64eb、64ec、64fa、64fb、64fcがそれぞれ検出した位置信号は、図示しない信号処理部に送られ、故障判定に使用される。

【0087】以下に、このような構成の舵取装置の動作

を説明する。連結軸55が振れずに入力軸54及び出力軸57が回転する場合には、入力軸54、出力軸57及び連結軸55は一体的に回転する。入力軸54及び出力軸57が回転するのに応じて、MRセンサ64ea及び64faの検出面に最近接する磁性材からなる突起物64c及び64dが、入力軸54及び出力軸57の軸方向に移動する。磁性材からなる突起物64c及び64dは、入力軸54及び出力軸57の周面64a及び64bに沿わせて螺旋状に設けてあるので、MRセンサ64ea及び64faの検出面に最近接する磁性材からなる突起物64c及び64dの、入力軸54及び出力軸57の軸方向の位置と、入力軸54及び出力軸57の回転角度とを対応させることが出来る。

【0088】例えば、MRセンサ64ea及び64faの出力電圧と、入力軸54及び出力軸57の回転角度（舵角）とが同様の直線的な関係になるように設定しておき、入力軸54及び出力軸57を複数回転させれば、図6（a）及び（b）に示すように、MRセンサ64ea及び64faの出力は、360°周期の電圧波形を示し、MRセンサ64ea及び64faの出力電圧により、それぞれ入力軸54及び出力軸57の回転角度を検出することが出来る。

【0089】ステアリングホイール1に操舵トルクが加えられ、連結軸55が振れて入力軸54及び出力軸57が回転する場合には、MRセンサ64ea及び64faの出力電圧は、例えば、図6（c）に示すように、その振れ角度に応じた電圧差が生じる。MRセンサ64ea及び64faの出力電圧は、各出力ケーブルを通じて、図示しない減算回路に与えられ、減算回路は、その電圧差を算出することにより、その振れ角度を求め、その操舵トルクに応じた信号を出力することが出来る。

【0090】また、MRセンサ64faは、出力ケーブルを通じて、出力軸57、磁性材からなる突起物64d及びMRセンサ64faからなる回転角度検出装置が検出したステアリングホイール1の回転角度（舵角）を示す信号を出力することが出来る。操舵トルクに応じた信号及びステアリングホイール1の回転角度を示す信号は、図示しない制御部に与えられ、制御部は、与えられた各信号に基づき、電動モータ62の回転制御を行う。

【0091】図示しない信号処理部は、MRセンサ64ea、64eb、64ec、64fa、64fb、64fcがそれぞれ検出した位置信号を与えられ、MRセンサ64ea、64eb、64ec及びMRセンサ64fa、64fb、64fcの組毎に、故障判定を行う。この故障判定の動作は、実施の形態1で説明した信号処理部15の、MRセンサ14a、14b、14cの故障判定の動作（図3、4）と同様であるので、説明を省略する。尚、上述した各実施の形態において、磁性材からなる突起物は、磁性的に不連続な部分であれば良く、例えば、磁性材に設けられた溝、非磁性材に設けられた磁性

材からなる突起物、逆に磁性材に設けられた非磁性材からなる突起物等であっても良い。また、MRセンサに代えてホール素子等の他の磁気センサを使用することも出来る。

【0092】実施の形態5. 図12は、本発明に係るトルク検出装置の実施の形態5の要部構成を示す原理図である。このトルク検出装置は、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール1（操舵輪）が連結され、下端部にトーションバー27が連結されたステアリングシャフト（操舵軸）の上部軸21（入力軸）の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物22（突起）を設けてある。

【0093】上部軸21が回転したときに、上部軸21の軸方向に移動する磁性材からなる突起物22の位置を検出する為に、MRセンサ1A（磁気抵抗効果素子、磁気センサ）が、上部軸21と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。また、MRセンサ1Aが検出する位置と上部軸21の周方向に180°相違すべき位置を検出するように、MRセンサ1Bが、上部軸21と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0094】ステアリングシャフトの下部軸23（出力軸）は、上端部がトーションバー27に連結され、下端部がピニオン28に連結されている。上部軸21と同様に、下部軸23の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物24（突起）を設けてある。また、下部軸23が回転したときに、下部軸23の軸方向に移動する磁性材からなる突起物24の位置を検出する為に、MRセンサ2A（磁気抵抗効果素子、磁気センサ）が下部軸23と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0095】また、MRセンサ2Aが検出する位置と下部軸23の周方向に180°相違すべき位置を検出するように、MRセンサ2Bが、下部軸23と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。MRセンサ1A、1B、2A、2Bは、上部軸21及び下部軸23にトルクが発生していないとき（連結軸に捩じれが生じていないとき）、MRセンサ1A、2Aの検出信号が同じになり、MRセンサ1B、2Bの検出信号が同じになるように設定されている。

【0096】MRセンサ1A、1B、2A、2Bは、それぞれ例えば、2つの磁気抵抗からなる分圧回路と、ステアリングシャフトに面しない側に設けられたバイアス用磁石とを備えている。バイアス用磁石は、磁性材からなる突起物22及び24による磁界の変化を大きくして、MRセンサ1A、1B、2A、2Bの感度を高める為に、ステアリングシャフト表面の磁界を強化する。MRセンサ1A、1B、2A、2Bの各検出信号は信号処理部25に与えられて処理され、信号処理部25の出力信号は、トルク検出装置が検出した、ステアリングホイ

ール1に加えられた操舵トルクを示す信号として出力される。

【0097】以下に、このような構成のトルク検出装置の動作を、それを示す図13～20のフローチャートを参照しながら説明する。このトルク検出装置は、上部軸21及び下部軸23が、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で回転するのに応じて、MRセンサ1A、1B及び2A、2Bの検出面に最近接する磁性材からなる突起物22及び24が、上部軸21及び下部軸23の軸方向に移動する。磁性材からなる突起物22及び24は、上部軸21及び下部軸23の周面に沿わせて螺旋状に設けてあるので、MRセンサ1A、1B及び2A、2Bの検出面に最近接する突起物22及び24の、上部軸21及び下部軸23の軸方向の位置と、上部軸21及び下部軸23の回転角度とを対応させることが出来る。

【0098】ここで、ステアリングホイール1に操舵トルクが加えられ、トーションバー27に捩じれ角度が生じていれば、MRセンサ1A及び2Aの各検出信号は、その捩じれ角度に応じた電圧差が生じ、MRセンサ1B及び2Bの各検出信号も、同様にその捩じれ角度に応じた電圧差が生じるので、それらの電圧差を信号処理部25で算出することにより、その捩じれ角度が求まり、その操舵トルクを示す信号を出力することが出来る。

【0099】信号処理部25は、まず、MRセンサ1A、1B、2A、2Bの各検出信号MR1A、MR1B、MR2A、MR2Bをアナログ／デジタル変換する（S6）。ここで、信号処理部25は、図21（a）に示すように、MRセンサ1A、1B（2A、2B）の各検出信号MR1A、MR1B（MR2A、MR2B）（センサ出力）の有効データ（直線部分）が重なる部分内で、検出信号MR1A、MR1B（MR2A、MR2B）を切替えることができるように、その切替える為の上下のレベルL1MH、L1MLを設定し、MRセンサの検出信号（センサ出力）が、このレベル間の範囲（第1範囲）を逸脱した時点で切替えるようにしている。各検出信号MR1A、MR1B（MR2A、MR2B）の有効データ部分（直線部分）は、互いに平行であるとする。

【0100】信号処理部25は、次に、MRセンサ1A、1B、2A、2Bに故障（例えば断線）が発生しているか否かを判定し、断線が発生している場合は、その対策を実行する断線処理を行う（S7）。信号処理部25は、断線処理を行う（S7）に際して、まず、MRセンサ1A、1B、2A、2Bに断線が発生しているか否かを、例えば、その各検出信号MR1A、MR1B、MR2A、MR2Bが所定値を超えているか否かによって判定する（図16S31）。信号処理部25は、MRセンサ1A、1B、2A、2Bに断線が発生しているか否かを判定した（S31）結果、断線が発生していないときは（S32）、リターンする。

【0101】信号処理部25は、断線が発生しているときは(S32)、MRセンサ1A、2Aの対及びMRセンサ1B、2Bの対から、断線しているMRセンサを含まない対を選択し、その対のMRセンサの検出信号(同位相データ)をトルク検出に使用するデータとして確定する(S33)。次に、信号処理部25は、データとして確定した(S33)検出信号(センサ出力)が、図21(a)に示すような「だれ部分」でなく、トルク検出に使用可能か否かをチェックする(S34)。

【0102】信号処理部25は、チェックに際して(S34)、断線したMRセンサが上部軸21(入力軸)側であり、その検出信号がMR1A又はMR1Bであるか否かを判定し(図17S39)、MR1A又はMR1Bであるときは、下部軸23(出力軸)側のMRセンサ2Aの検出信号MR2AがレベルLIMHより大きいのか、又は、検出信号MR2AがレベルLIMLより小さいかを判定する(S40)。その結果、何れかで有れば、MRセンサ2Bを、確定した(図16S33)検出信号がトルク検出に使用可能か否かをチェックする為の、角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR2Bに決定する(S41)。

【0103】次に、信号処理部25は、検出信号MR2A(センサ出力)が検出信号MR2Bより大きいのか否かを判定し(S42)、図22に示すように、MR2Aの方が大きいときは、決定した(S41)検出信号MR2Bに、予め設定してある電圧値Tを加算して補正し、検出した角度を示す電圧とする(S43)。図22に示すように、MR2Aの方が小さいときは、決定した(S41)検出信号MR2Bに、電圧値Tを減算して補正し、検出した角度を示す電圧とする(S51)。角度検出に使用するMRセンサが、MRセンサ2B又は1Bであるとき、図22に示すように、それらの出力特性は、本来、角度検出に使用すべきMRセンサ2A、1Aと、それぞれ検出すべき位置の差(上部軸21及び下部軸23の周方向に180°)に相当する電圧値Tだけ相違している。従って、検出信号MR2A及び検出信号MR2Bの大小関係に応じて、検出信号MR2Bを補正する。

【0104】信号処理部25は、MRセンサ2Aの検出信号MR2AがレベルLIMHより大きいのか、又は、検出信号MR2AがレベルLIMLより小さいかを判定した(S40)結果、何れでも無ければ、MRセンサ2Bの検出信号MR2BがレベルLIMHより大きいのか、又は、検出信号MR2BがレベルLIMLより小さいかを判定し(S46)、その結果、何れかで有れば、MRセンサ2Aを角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR2Aに決定し(S47)、検出した角度を示す電圧とする(S48)。

【0105】信号処理部25は、MRセンサ2Bの検出信号MR2BがレベルLIMHより大きいのか、又は、検出信号MR2BがレベルLIMLより小さいかを判定し

た(S46)結果、何れでも無ければ、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ2Aであったか否かを判定する(図18S52)。その結果、前回はMRセンサ2Aであったときは、MRセンサ2Aを角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR2Aに決定する(図17S47)。

【0106】信号処理部25は、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ2Aであったか否かを判定した(図18S52)結果、MRセンサ2Aでなかったときは、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ2Bであったか否かを判定する(図18S53)。その結果、前回はMRセンサ2Bであったときは、MRセンサ2Bを角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR2Bに決定する(図17S41)。

【0107】信号処理部25は、検出した角度を示す電圧が決定すると(図17S48、43、51)、その検出した角度が、トルク検出に使用するデータとして確定した(図16S33)MRセンサの検出信号の「だれ部分」でない範囲(第2範囲)にあるか否かを判定する(図17S44)。その範囲にあるときは、確定した(図16S33)検出信号は、トルク検出に使用可として(図17S45)リターンする。信号処理部25は、検出した角度が「だれ部分」でない範囲でないと判定したときは(S44)、確定した(図16S33)検出信号は、トルク検出に使用不可とし(図17S49)、角度検出に使用するMRセンサを特定せずに(S50)リターンする。

【0108】信号処理部25は、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ2Bであったか否かを判定した(図18S53)結果、前回はMRセンサ2Bでもなかったときは、角度検出に使用出来るMRセンサを特定出来ないの、確定した(図16S33)検出信号が、トルク検出に使用可能か否かをチェックすることが出来ない。従って、確定した(S33)検出信号は、トルク検出に使用不可とし(S49)、角度検出に使用するMRセンサを特定せずに(S50)リターンする。

【0109】信号処理部25は、断線したMRセンサが上部軸21(入力軸)側であり、その検出信号がMR1A又はMR1Bであるか否かを判定し(図17S39)、MR1A又はMR1Bでないときは、上部軸21(入力軸)側のMRセンサ1Aの検出信号MR1AがレベルLIMHより大きいのか、又は検出信号MR1AがレベルLIMLより小さいかを判定する(図19S54)。その結果、何れかで有れば、MRセンサ1Bを、確定した(図16S33)検出信号がトルク検出に使用可能か否かをチェックする為の、角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR1Bに決定する(図19S55)。

【0110】次に、信号処理部25は、検出信号MR1A（センサ出力）が検出信号MR1Bより大きいとか否かを判定し（S56）、図22に示すように、MR1Aの方が大きいときは、決定した（S55）検出信号MR1Bに、予め設定してある電圧値Tを加算して補正し、検出した角度を示す電圧とする（S57）。図22に示すように、MR1Aの方が小さいときは、決定した（S55）検出信号MR1Bに、電圧値Tを減算して補正し、検出した角度を示す電圧とする（S65）。角度検出に使用するMRセンサが、MRセンサ2B又は1Bであるとき、図22に示すように、それらの出力特性は、本来、角度検出に使用すべきMRセンサ2A、1Aと、それぞれ検出すべき位置の差（上部軸21及び下部軸23の周方向に180°）に相当する電圧値Tだけ相違している。従って、検出信号MR1A及び検出信号MR1Bの大小関係に応じて、検出信号MR1Bを補正する。

【0111】信号処理部25は、MRセンサ1Aの検出信号MR1AがレベルLIMHより大きいとか、又は検出信号MR1AがレベルLIMLより小さいかを判定した（S54）結果、何れでも無ければ、MRセンサ1Bの検出信号MR1BがレベルLIMHより大きいとか、又は、検出信号MR1BがレベルLIMLより小さいかを判定し（S60）、その結果、何れかで有れば、MRセンサ1Aを角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR1Aに決定し（S61）、検出した角度を示す電圧とする（S62）。

【0112】信号処理部25は、MRセンサ1Bの検出信号MR1BがレベルLIMHより大きいとか、又は、検出信号MR1BがレベルLIMLより小さいかを判定した（S60）結果、何れでも無ければ、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ1Aであったか否かを判定する（図20S66）。その結果、前回はMRセンサ1Aであったときは、MRセンサ1Aを角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR1Aに決定する（図19S61）。

【0113】信号処理部25は、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ1Aであったか否かを判定した（図20S66）結果、MRセンサ1Aでなかったときは、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ1Bであったか否かを判定する（S67）。その結果、前回はMRセンサ1Bであったときは、MRセンサ1Bを角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR1Bに決定する（図19S55）。

【0114】信号処理部25は、検出した角度を示す電圧が決定すると（S62、57、65）、その検出した角度が、トルク検出に使用するデータとして確定した（図16S33）MRセンサの検出信号の「だれ部分」でない範囲（第2範囲）にあるか否かを判定する（図19S58）。その範囲にあるときは、確定した（図16

S33）検出信号は、トルク検出に使用可として（図19S59）リターンする。信号処理部25は、検出した角度が「だれ部分」でない範囲にないと判定したときは（S58）、確定した（図16S33）検出信号は、トルク検出に使用不可とし（図19S63）、角度検出に使用するMRセンサを特定せずに（S64）リターンする。

【0115】信号処理部25は、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ1Bであったか否かを判定した（図20S67）結果、前回はMRセンサ1Bでもなかったときは、角度検出に使用出来るMRセンサを特定出来ないの、確定した（図16S33）検出信号が、トルク検出に使用可能か否かをチェックすることが出来ない。従って、確定した（S33）検出信号は、トルク検出に使用不可とし（図19S63）、角度検出に使用するMRセンサを特定せずに（S64）リターンする。

【0116】信号処理部25は、確定した（図16S33）検出信号をチェックした（S34）結果、トルク検出に使用不可のときは（S35）、MRセンサ1A、1B、2A、2Bに断線が発生しているか否かの判定（S31）に戻る。信号処理部25は、確定した（S33）検出信号をチェックした（S34）結果、トルク検出に使用可のときは（S35）、確定した（S33）検出信号の入力軸側から出力軸側を差し引き、上部軸21（入力軸）に加えられたトルク値を示す電圧値を算出する（S36）。

【0117】次に、信号処理部25は、算出した（S36）トルク値が予め設定してある最大トルク値以下か否かを判定し（S37）、最大トルク値以下でなければ、算出したトルク値は異常であるとして出力せず、MRセンサ1A、1B、2A、2Bに断線が発生しているか否かの判定（S31）に戻る。信号処理部25は、算出した（S36）トルク値が最大トルク値以下であれば（S37）、算出したトルク値を出力して（S38）、MRセンサ1A、1B、2A、2Bに断線が発生しているか否かの判定（S31）に戻る。

【0118】信号処理部25は、MRセンサ1A、1B、2A、2Bに断線が発生しているか否かを判定した（図16S31）結果、断線が発生しておらず（S32）、リターンしたときは、MRセンサ1Aの検出信号MR1AがレベルLIMHより大きいとか、又は、検出信号MR1AがレベルLIMLより小さいかを判定し（図13S8）、その結果、何れかで有れば、MRセンサ1Bを上部軸21（入力軸）側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定し（S9）、その出力を検出信号MR1Bに決定し記憶する（S10）。

【0119】信号処理部25は、MRセンサ1Aの検出信号MR1AがレベルLIMHより大きいとか、又は検出信号MR1AがレベルLIMLより小さいかを判定した

10

20

30

40

50

(S8) 結果、何れでも無ければ、MRセンサ1Bの検出信号MR1BがレベルLIMHより大きい、又は、検出信号MR1BがレベルLIMLより小さいかを判定し(S11)、その結果、何れかで有れば、MRセンサ1Aを上部軸21(入力軸)側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定し(S13)、その出力を検出信号MR1Aに決定し記憶する(S15)。

【0120】信号処理部25は、MRセンサ1Bの検出信号MR1BがレベルLIMHより大きい、又は、検出信号MR1BがレベルLIMLより小さいかを判定した(S11)結果、何れでも無ければ、前回のトルク検出サイクル時に使用した上部軸21(入力軸)側のMRセンサがMRセンサ1Aであったか否かを判定する(S12)。その結果、前回はMRセンサ1Aであったときは、MRセンサ1Aを上部軸21(入力軸)側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定する(S13)。

【0121】信号処理部25は、前回のトルク検出サイクル時に使用した上部軸21(入力軸)側のMRセンサがMRセンサ1Aであったか否かを判定した(S12)結果、MRセンサ1Aでなかったときは、前回のトルク検出サイクル時に使用した上部軸21(入力軸)側のMRセンサがMRセンサ1Bであったか否かを判定する(S14)。その結果、前回はMRセンサ1Bであったときは、MRセンサ1Bを上部軸21(入力軸)側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定する(S9)。

【0122】信号処理部25は、上部軸21(入力軸)側の、トルク検出に使用するMRセンサの出力を検出信号MR1Bに決定したとき(S10)、又は上部軸21側の、トルク検出に使用するMRセンサの出力を検出信号MR1Aに決定したとき(S15)、MRセンサ2Aの検出信号MR2AがレベルLIMHより大きい、又は、検出信号MR2AがレベルLIMLより小さいかを判定し(図14S16)、その結果、何れかで有れば、MRセンサ2Bを下部軸23(出力軸)側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定し(S17)、その出力を検出信号MR2Bに決定し記憶する(S18)。

【0123】信号処理部25は、MRセンサ2Aの検出信号MR2AがレベルLIMHより大きい、又は、検出信号MR2AがレベルLIMLより小さいかを判定した(S16)結果、何れでも無ければ、MRセンサ2Bの検出信号MR2BがレベルLIMHより大きい、又は、検出信号MR2BがレベルLIMLより小さいかを判定し(S19)、その結果、何れかで有れば、MRセンサ2Bを下部軸23(出力軸)側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定し(S21)、その出力を検出信号MR2Bに決定し記憶する(S23)。

【0124】信号処理部25は、MRセンサ2Bの検出信号MR2BがレベルLIMHより大きい、又は、検

出信号MR1BがレベルLIMLより小さいかを判定した(S19)結果、何れでも無ければ、前回のトルク検出サイクル時に使用した下部軸23(出力軸)側のMRセンサがMRセンサ2Aであったか否かを判定する(S20)。その結果、前回はMRセンサ2Aであったときは、MRセンサ2Aを下部軸23(出力軸)側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定する(S21)。

【0125】信号処理部25は、前回のトルク検出サイクル時に使用した下部軸23(出力軸)側のMRセンサがMRセンサ2Aであったか否かを判定した(S20)結果、MRセンサ2Aでなかったときは、前回のトルク検出サイクル時に使用した下部軸23(出力軸)側のMRセンサがMRセンサ2Bであったか否かを判定する(S22)。その結果、前回はMRセンサ2Bであったときは、MRセンサ2Bを下部軸23(出力軸)側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定する(S17)。

【0126】次に、信号処理部25は、上部軸21(入力軸)側の、トルク検出に使用するMRセンサが決定していないか(センサ1≠A∩センサ1≠B)、又は下部軸23(出力軸)側の、トルク検出に使用するMRセンサが決定していないか(センサ2≠A∩センサ2≠B)を判定し(図15S24)、その判定結果が、何れか又は両方のMRセンサが決定していない((センサ1≠A∩センサ1≠B)∪(センサ2≠A∩センサ2≠B))ときは、検出したトルクを0として信号を出力する(S29)。

【0127】これは、上部軸21(入力軸)及び下部軸23(出力軸)の何れか又は両方で、レベルLIMHより大きい検出信号、又はレベルLIMLより小さい検出信号を出力したMRセンサが存在せず(図13S8, 11, 図14S16, 19)、また、前回のトルク検出サイクル時に使用したMRセンサが存在せず(図13S14, 図14S22)、トルク検出に使用するMRセンサを確定出来ない場合である。

【0128】レベルLIMHより大きい検出信号(センサ出力)、又はレベルLIMLより小さい検出信号を出力したMRセンサが有れば、図21(a)に示すように、その他方のMRセンサを、トルク検出に使用するMRセンサとして決定することが出来、また、レベルLIMHより大きい検出信号、又はレベルLIMLより小さい検出信号を出力したMRセンサが存在しないときでも、前回のトルク検出サイクル時に使用したMRセンサが存在すれば(図13S12, 14, 図14S20, 22)、引き続き、そのMRセンサをトルク検出に使用することが出来る。

【0129】信号処理部25は、上部軸21(入力軸)側の、トルク検出に使用するMRセンサが決定しており、下部軸23(出力軸)側の、トルク検出に使用する

10

20

30

40

50

MRセンサが決定している（（センサ1=A_Uセンサ1=B）∩（センサ2=A_Uセンサ2=B））ときは、トルク=入力軸側のMRセンサの検出信号-出力軸側のMRセンサの検出信号、を演算する（図15S25）。

【0130】次に、信号処理部25は、トルク検出に使用するMRセンサが、上部軸21（入力軸）側がMRセンサ1Aであり、下部軸23（出力軸）側がMRセンサ2Aであるか、又は上部軸21側がMRセンサ1Bであり、下部軸23側がMRセンサ2Bであるかを判定し

（S26）、その何れかであるときは、つまり、トルク検出に使用するMRセンサの何れもが、上部軸21及び下部軸23に対して同じ側に有り、図21（a）に示すように、同じ出力特性を有しているとき、検出するトルクは、同じ出力特性上のずれとして表示されるから、トルク補正は不要であり、演算したトルク（S25）を検出したトルクとして出力する。

【0131】信号処理部25は、判定した（S26）結果が、その何れでもないとき、つまり、トルク検出に使用するMRセンサが、上部軸21（入力軸）側がMRセンサ1Aであり、下部軸23（出力軸）側がMRセンサ2Bであるとき、又は上部軸21側がMRセンサ1Bであり、下部軸23側がMRセンサ2Aであるとき（S26）、入力軸側のMRセンサの検出信号が出力軸側のMRセンサの検出信号より大きいとか否かを判定し（S27）、入力軸側の方が大きいとき、演算したトルク（S25）から、予め設定してある電圧値Tを差し引いてトルク補正を行い（S28）、この補正したトルクを検出したトルクとして出力する。

【0132】信号処理部25は、入力軸側のMRセンサの検出信号が出力軸側のMRセンサの検出信号より大きいとか否かを判定し（S27）、出力軸側の方が大きいとき、演算したトルク（S25）に、予め設定してある電圧値Tを加算してトルク補正を行い（S30）、この補正したトルクを検出したトルクとして出力する。トルク検出に使用する2つのMRセンサが、上部軸21（入力軸）及び下部軸23（出力軸）に対して互いに異なる側に有るとき（S26）、図21（b）に示すように、それらの出力特性は、それぞれ検出すべき位置の差（上部軸21及び下部軸23の周方向に180°）に相当する電圧値Tだけ相違している。

【0133】従って、入力軸側のMRセンサの検出信号が出力軸側のMRセンサの検出信号より大きいとき（S27）、図21（b）より、上部軸21（入力軸）側はMRセンサ1Aであり、下部軸23（出力軸）側はMRセンサ2Bであるので、MRセンサ2Bの検出信号MR2Bに電圧値Tを加算して、MRセンサ2Aの検出信号MR2Aに換算し、トルク補正を行う（S28）。一方、入力軸側のMRセンサの検出信号が出力軸側のMRセンサの検出信号より小さいとき（S27）、図21

（b）より、入力軸側はMRセンサ1Bであり、出力軸

側はMRセンサ2Aであるので、MRセンサ1Bの検出信号MR1Bに電圧値Tを加算して、MRセンサ1Aの検出信号MR1Aに換算し、トルク補正を行う（S30）。

【0134】実施の形態6. 図23は、本発明に係る回転角度検出装置及びトルク検出装置の実施の形態6の構成を模式的に示す模式図である。この回転角度検出装置及びトルク検出装置は、自動車の舵取装置に適用しており、上端を操舵輪1（ステアリングホイール）に連結された入力軸46と、下端を舵取機構のピニオン48に連結された出力軸47とを、細径のトーションバー49

（連結軸）を介して同軸上に連結し、前記操舵輪1と舵取機構とを連絡する操舵軸43が構成されており、トルク検出装置は、前記入力軸46及び出力軸47の連結部近傍に以下のように構成されている。

【0135】入力軸46には、出力軸47との連結側端部近傍に、円板形をなすターゲット板42（回転体）が同軸上に外嵌固定されており、ターゲット板42の外周面には、複数（図においては5個）のターゲット45が並設されている。ターゲット45は、ターゲット板42の外周面を展開した図8の展開図に示すように、ターゲット板42の外周面に沿って一方向に傾斜して設けてある第1傾斜部45aと、他方向に傾斜して設けてある第2傾斜部45bとを備えた磁性体製の突条であり、ターゲット板42の外周面の周方向に等配に並設されている。第1傾斜部45a及び第2傾斜部45bは、その接続点を通るべきターゲット板42の回転軸の軸長方向の直線に関して略線対称である。

【0136】上述したのと同様のターゲット45を備えたターゲット板42が、出力軸47の入力軸46との連結側端部近傍にも外嵌固定されており、出力軸47側のターゲット板42の各ターゲット45と、入力軸46側のターゲット板42の各ターゲット45とは周方向に整合されて並設されている。

【0137】両ターゲット板42の外側には、それぞれの外周のターゲット45の外縁を臨むようにセンサボックス41aが配設されている。センサボックス41aは、入力軸46及び出力軸47を支承するハウジング等の動かない部位に固定支持されている。センサボックス41aの内部には、入力軸46側のターゲット45の周方向に異なる部位に対向するMRセンサ1A、1B（第1検出手段、第3検出手段）と、出力軸47側のターゲット45の周方向に異なる部位に対向するMRセンサ2A、2B（第2検出手段、第4検出手段）とが、周方向位置を正しく合わせて収納されている。

【0138】MRセンサ1A、2A、1B、2Bは、磁気抵抗効果素子（MR素子）等、磁界の作用により電気的特性（抵抗）が変化する特性を有する素子を用い、対向するターゲット45の近接する部位に応じて検出信号が変わるように構成されたセンサであり、これらの検出

信号MR1A, MR2A, MR1B, MR2Bは、センサボックス41a外部のマイクロプロセッサを用いてなる信号処理部44に与えられている。

【0139】以下に、このような構成の回転角度検出装置及びトルク検出装置の動作を説明する。MRセンサ1A, 2A, 1B, 2Bが対向するターゲット45は、前述したように、入力軸46及び出力軸47に同軸上に外嵌固定された各ターゲット板42の外周面に沿って一方方向に傾斜した第1傾斜部45aと、他方向に傾斜した第2傾斜部45bとを備えて、周方向に等配に並設された磁性体製の突条である。

【0140】従って、入力軸46及び出力軸47が軸回りに回転した場合、各MRセンサ1A, 2A, 1B, 2Bは、対応するターゲット45がそれぞれとの対向位置を通過する間、図24(a)に示すように、入力軸46及び出力軸47の回転角度の変化に応じて、比例的に上昇し下降する検出信号MR1A, MR2A, MR1B, MR2B(センサ出力)を出力する。

【0141】MRセンサ1A, 1Bの検出信号MR1A, MR1Bは、これらに対応するターゲット45が設けられた入力軸46の回転角度に対応するものとなり、MRセンサ2A, 2Bの検出信号MR2A, MR2Bは、これらが対向するターゲット45が設けられた出力軸47の回転角度に対応するものとなる。従って、信号処理部44は、MRセンサ1A, 1Bの検出信号MR1A, MR1Bから入力軸46の回転角度を算出することができ、信号処理部44及びMRセンサ1A, 1Bは入力軸46の回転角度検出装置として作動する。また、信号処理部44は、MRセンサ2A, 2Bの検出信号MR2A, MR2Bから出力軸47の回転角度を算出することができ、信号処理部44及びMRセンサ2A, 2Bは出力軸47の回転角度検出装置として作動する。

【0142】入力軸46に回転トルクが加わった場合、MRセンサ1A, 1Bの各検出信号MR1A, MR1BとMRセンサ2A, 2Bの各検出信号2A, 2Bとはは差が生じる。MRセンサ1A, 2AとMRセンサ1B, 2Bとは、ターゲット板42の周方向に、例えば電気角90°位相が異なっている。従って、検出信号MR1AとMR1Bとは、非直線的領域について相互に補間させることが出来るので、補間が可能であれば、位相角度は電気角1°~360°未満の何れでも成立する。また、検出信号MR2A, MR2Bにおいても同様である。

【0143】ここで、MRセンサ1Aの検出信号MR1AとMRセンサ2Aの検出信号MR2Aとの差、又はMRセンサ1Bの検出信号MR1BとMRセンサ2Bの検出信号MR2Bとの差は、入力軸46と出力軸47との回転角度の差(相対角変位)に対応するものとなる。この相対角変位は、入力軸46に加わる回転トルクの作用下において、入力軸46と出力軸47とを連結するトーションバー49に生じる捩れ角度に対応する。従って、

前述した検出信号の差に基づいて入力軸46に加わる回転トルクを算出することができる。

【0144】以下に、この回転角度検出装置及びトルク検出装置の故障検出時の動作を、それを示す図13~20のフローチャートを参照しながら説明する。信号処理部44は、まず、MRセンサ1A, 1B, 2A, 2Bの各検出信号MR1A, MR1B, MR2A, MR2Bをアナログ/デジタル変換する(図13S6)。

【0145】ここで、信号処理部44は、図24(a)に示すように、MRセンサ1A, 1B(2A, 2B)の各検出信号MR1A, MR1B(MR2A, MR2B)(センサ出力)の有効データ(直線部分)が重なる部分内で、検出信号MR1A, MR1B(MR2A, MR2B)を切替えることができるように、その切替える為の上下のレベルLIMH, LIMLを設定し、MRセンサの検出信号が、このレベル間の範囲(第1範囲)を逸脱した時点で切替えるようにしている。各検出信号MR1A, MR1B(MR2A, MR2B)の有効データ部分(直線部分)は、互いに平行であるとする。

【0146】信号処理部44は、次に、MRセンサ1A, 1B, 2A, 2Bに故障(例えば断線)が発生しているか否かを判定し、断線が発生している場合は、その対策を実行する断線処理を行う(S7)。信号処理部44は、断線処理を行う(S7)に際して、まず、MRセンサ1A, 1B, 2A, 2Bに断線が発生しているか否かを、例えば、その各検出信号MR1A, MR1B, MR2A, MR2Bが所定値を超えているか否かによって判定する(図16S31)。信号処理部44は、MRセンサ1A, 1B, 2A, 2Bに断線が発生しているか否かを判定した(S31)結果、断線が発生していないときは(S32)リターンする。

【0147】信号処理部44は、断線が発生しているときは(S32)、MRセンサ1A, 2Aの対及びMRセンサ1B, 2Bの対から、断線しているMRセンサを含まない対を選択し、その対のMRセンサの検出信号(同位相データ)をトルク検出に使用するデータとして確定する(S33)。次に、信号処理部44は、データとして確定した(S33)検出信号が、図24(a)に示すような非直線的領域でなく、トルク検出に使用可能か否かをチェックする(S34)。

【0148】信号処理部44は、チェックに際して(S34)、断線したMRセンサが上部軸46(入力軸)側であり、その検出信号がMR1A又はMR1Bであるか否かを判定し(図17S39)、MR1A又はMR1Bであるときは、下部軸47(出力軸)側のMRセンサ2Aの検出信号MR2AがレベルLIMHより大きいのか、又は、検出信号MR2AがレベルLIMLより小さいかを判定する(S40)。その結果、何れかで有れば、MRセンサ2Bを、確定した(図16S33)検出信号がトルク検出に使用可能か否かをチェックする為の、角度

検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR2Bに決定する(図17S41)。

【0149】次に、信号処理部44は、検出信号MR2A(センサ出力)が検出信号MR2Bより大きいかなんかを判定し(S42)、図25に示すように、MR2Aの方が大きいときは、決定した(S41)検出信号MR2Bに、予め設定してある電圧値Tを加算して補正し、検出した角度を示す電圧とする(S43)。図25に示すように、MR2Aの方が小さいときは、決定した(S41)検出信号MR2Bに、電圧値Tを減算して補正し、検出した角度を示す電圧とする(S51)。角度検出に使用するMRセンサが、MRセンサ2B又は1Bであるとき、図25に示すように、それらの出力特性は、本来、角度検出に使用すべきMRセンサ2A、1Aと、それぞれ検出すべき位置の差(上部軸46及び下部軸47の周方向に $18^\circ = \text{電気角}90^\circ$)に相当する電圧値Tだけ相違している。従って、検出信号MR2A及び検出信号MR2Bの大小関係に応じて、検出信号MR2Bを補正する。

【0150】信号処理部44は、MRセンサ2Aの検出信号MR2AがレベルL1MHより大きいか、又は、検出信号MR2AがレベルL1MLより小さいかを判定した(S40)結果、何れでも無ければ、MRセンサ2Bの検出信号MR2BがレベルL1MHより大きいか、又は、検出信号MR2BがレベルL1MLより小さいかを判定し(S46)、その結果、何れかで有れば、MRセンサ2Aを角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR2Aに決定し(S47)、検出した角度を示す電圧とする(S48)。

【0151】信号処理部44は、MRセンサ2Bの検出信号MR2BがレベルL1MHより大きいか、又は、検出信号MR2BがレベルL1MLより小さいかを判定した(S46)結果、何れでも無ければ、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ2Aであったか否かを判定する(図18S52)。その結果、前回はMRセンサ2Aであったときは、MRセンサ2Aを角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR2Aに決定する(図17S47)。

【0152】信号処理部44は、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ2Aであったか否かを判定した(図18S52)結果、MRセンサ2Aでなかったときは、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ2Bであったか否かを判定する(S53)。その結果、前回はMRセンサ2Bであったときは、MRセンサ2Bを角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR2Bに決定する(図17S41)。

【0153】信号処理部44は、検出した角度を示す電圧が決定すると(S48、43、51)、その検出した角度が、トルク検出に使用するデータとして確定した

(図16S33)MRセンサの検出信号の「だれ部分」でない範囲(第2範囲)にあるか否かを判定する(図17S44)。その範囲にあるときは、確定した(図16S33)検出信号は、トルク検出に使用可として(図17S45)リターンする。信号処理部44は、検出した角度が「だれ部分」でない範囲でないと判定したときは(S44)、確定した(図16S33)検出信号は、トルク検出に使用不可とし(図17S49)、角度検出に使用するMRセンサを特定せずに(S50)リターンする。

【0154】信号処理部44は、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ2Bであったか否かを判定した(図18S53)結果、前回はMRセンサ2Bでもなかったときは、角度検出に使用出来るMRセンサを特定出来ないの、確定した(図16S33)検出信号が、トルク検出に使用可能かなんかをチェックすることが出来ない。従って、確定した(S33)検出信号は、トルク検出に使用不可とし(図17S49)、角度検出に使用するMRセンサを特定せずに(S50)リターンする。

【0155】信号処理部44は、断線したMRセンサが上部軸46(入力軸)側であり、その検出信号がMR1A又はMR1Bであるか否かを判定し(図17S39)、MR1A又はMR1Bでないときは、上部軸46(入力軸)側のMRセンサ1Aの検出信号MR1AがレベルL1MHより大きいか、又は検出信号MR1AがレベルL1MLより小さいかを判定する(図19S54)。その結果、何れかで有れば、MRセンサ1Bを、確定した(図16S33)検出信号がトルク検出に使用可能かなんかをチェックする為、角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR1Bに決定する(図19S55)。

【0156】次に、信号処理部44は、検出信号MR1A(センサ出力)が検出信号MR1Bより大きいかなんかを判定し(S56)、図25に示すように、MR1Aの方が大きいときは、決定した(S55)検出信号MR1Bに、予め設定してある電圧値Tを加算して補正し、検出した角度を示す電圧とする(S57)。図25に示すように、MR1Aの方が小さいときは、決定した(S55)検出信号MR1Bに、電圧値Tを減算して補正し、検出した角度を示す電圧とする(S65)。角度検出に使用するMRセンサが、MRセンサ2B又は1Bであるとき、図25に示すように、それらの出力特性は、本来、角度検出に使用すべきMRセンサ2A、1Aと、それぞれ検出すべき位置の差(上部軸46及び下部軸47の周方向に $18^\circ = \text{電気角}90^\circ$)に相当する電圧値Tだけ相違している。従って、検出信号MR1A及び検出信号MR1Bの大小関係に応じて、検出信号MR1Bを補正する。

【0157】信号処理部44は、MRセンサ1Aの検出

10

20

30

40

50

信号MR1AがレベルLIMHより大きい、又は検出信号MR1AがレベルLIMLより小さいかを判定した(S54)結果、何れでも無ければ、MRセンサ1Bの検出信号MR1BがレベルLIMHより大きい、又は、検出信号MR1BがレベルLIMLより小さいかを判定し(S60)、その結果、何れかで有れば、MRセンサ1Aを角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR1Aに決定し(S61)、検出した角度を示す電圧とする(S62)。

【0158】信号処理部44は、MRセンサ1Bの検出信号MR1BがレベルLIMHより大きい、又は、検出信号MR1BがレベルLIMLより小さいかを判定した(S60)結果、何れでも無ければ、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ1Aであったか否かを判定する(図20S66)。その結果、前回はMRセンサ1Aであったときは、MRセンサ1Aを角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR1Aに決定する(図19S61)。

【0159】信号処理部44は、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ1Aであったか否かを判定した(図20S66)結果、MRセンサ1Aでなかったときは、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ1Bであったか否かを判定する(S67)。その結果、前回はMRセンサ1Bであったときは、MRセンサ1Bを角度検出に使用するMRセンサとして決定し、その出力を検出信号MR1Bに決定する(図19S55)。

【0160】信号処理部44は、検出した角度を示す電圧が決定すると(S62、57、65)、その検出した角度が、トルク検出に使用するデータとして確定した(図16S33)MRセンサの検出信号の「だれ部分」でない範囲(第2範囲)にあるか否かを判定する(図19S58)。その範囲にあるときは、確定した(図16S33)検出信号は、トルク検出に使用可として(図19S59)リターンする信号処理部44は、検出した角度が「だれ部分」でない範囲にないと判定したときは(S58)、確定した(図16S33)検出信号は、トルク検出に使用不可とし(図19S63)、角度検出に使用するMRセンサを特定せずに(S64)リターンする。

【0161】信号処理部44は、前回の角度検出サイクル時に使用したMRセンサがMRセンサ1Bであったか否かを判定した(図20S67)結果、前回はMRセンサ1Bでもなかったときは、角度検出に使用出来るMRセンサを特定出来ない、確定した(図16S33)検出信号が、トルク検出に使用可能か否かをチェックすることが出来ない。従って、確定した(S33)検出信号は、トルク検出に使用不可とし(図19S63)、角度検出に使用するMRセンサを特定せずに(S64)リターンする。

【0162】信号処理部44は、確定した(図16S33)検出信号をチェックした(S34)結果、トルク検出に使用不可のときは(S35)、MRセンサ1A、1B、2A、2Bに断線が発生しているか否かの判定(S31)に戻る。信号処理部44は、確定した(S33)検出信号をチェックした(S34)結果、トルク検出に使用可のときは(S35)、確定した(S33)検出信号の入力軸側から出力軸側を差し引き、上部軸46(入力軸)に加えられたトルク値を示す電圧値を算出する(S36)。

【0163】次に、信号処理部44は、算出した(S36)トルク値が予め設定してある最大トルク値以下か否かを判定し(S37)、最大トルク値以下でなければ、算出したトルク値は異常であるとして出力せず、MRセンサ1A、1B、2A、2Bに断線が発生しているか否かの判定(S31)に戻る。信号処理部44は、算出した(S36)トルク値が最大トルク値以下であれば(S37)、算出したトルク値を出力して(S38)、MRセンサ1A、1B、2A、2Bに断線が発生しているか否かの判定(S31)に戻る。

【0164】信号処理部44は、MRセンサ1A、1B、2A、2Bに断線が発生しているか否かを判定した(図16S31)結果、断線が発生しておらず(S32)、リターンしたときは、MRセンサ1Aの検出信号MR1AがレベルLIMHより大きい、又は検出信号MR1AがレベルLIMLより小さいかを判定し(図13S8)、その結果、何れかで有れば、MRセンサ1Bを上部軸46(入力軸)側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定し(S9)、その出力を検出信号MR1Bに決定し記憶する(S10)。

【0165】信号処理部44は、MRセンサ1Aの検出信号MR1AがレベルLIMHより大きい、又は検出信号MR1AがレベルLIMLより小さいかを判定した(S8)結果、何れでも無ければ、MRセンサ1Bの検出信号MR1BがレベルLIMHより大きい、又は、検出信号MR1BがレベルLIMLより小さいかを判定し(S11)、その結果、何れかで有れば、MRセンサ1Aを上部軸46(入力軸)側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定し(S13)、その出力を検出信号MR1Aに決定し記憶する(S15)。

【0166】信号処理部44は、MRセンサ1Bの検出信号MR1BがレベルLIMHより大きい、又は、検出信号MR1BがレベルLIMLより小さいかを判定した(S11)結果、何れでも無ければ、前回のトルク検出サイクル時に使用した上部軸46(入力軸)側のMRセンサがMRセンサ1Aであったか否かを判定する(S12)。その結果、前回はMRセンサ1Aであったときは、MRセンサ1Aを上部軸46(入力軸)側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定する(S13)。

【0167】信号処理部44は、前回のトルク検出サイクル時に使用した上部軸46（入力軸）側のMRセンサがMRセンサ1Aであったか否かを判定した（S12）結果、MRセンサ1Aでなかったときは、前回のトルク検出サイクル時に使用した上部軸46（入力軸）側のMRセンサがMRセンサ1Bであったか否かを判定する（S14）。その結果、前回はMRセンサ1Bであったときは、MRセンサ1Bを上部軸46（入力軸）側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定する（S9）。

【0168】信号処理部44は、上部軸46（入力軸）側の、トルク検出に使用するMRセンサの出力を検出信号MR1Bに決定したとき（S10）、又は上部軸46側の、トルク検出に使用するMRセンサの出力を検出信号MR1Aに決定したとき（S15）、MRセンサ2Aの検出信号MR2AがレベルLIMHより大きいのか、又は、検出信号MR2AがレベルLIMLより小さいかを判定し（図14S16）、その結果、何れかで有れば、MRセンサ2Bを下部軸47（出力軸）側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定し（S17）、その出力を検出信号MR2Bに決定し記憶する（S18）。

【0169】信号処理部44は、MRセンサ2Aの検出信号MR2AがレベルLIMHより大きいのか、又は、検出信号MR2AがレベルLIMLより小さいかを判定した（S16）結果、何れでも無ければ、MRセンサ2Bの検出信号MR2BがレベルLIMHより大きいのか、又は、検出信号MR2BがレベルLIMLより小さいかを判定し（S19）、その結果、何れかで有れば、MRセンサ2Bを下部軸47（出力軸）側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定し（S21）、その出力を検出信号MR2Bに決定し記憶する（S23）。

【0170】信号処理部44は、MRセンサ2Bの検出信号MR2BがレベルLIMHより大きいのか、又は、検出信号MR1BがレベルLIMLより小さいかを判定した（S19）結果、何れでも無ければ、前回のトルク検出サイクル時に使用した下部軸47（出力軸）側のMRセンサがMRセンサ2Aであったか否かを判定する（S20）。その結果、前回はMRセンサ2Aであったときは、MRセンサ2Aを下部軸47（出力軸）側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定する（S21）。

【0171】信号処理部44は、前回のトルク検出サイクル時に使用した下部軸47（出力軸）側のMRセンサがMRセンサ2Aであったか否かを判定した（S20）結果、MRセンサ2Aでなかったときは、前回のトルク検出サイクル時に使用した下部軸47（出力軸）側のMRセンサがMRセンサ2Bであったか否かを判定する（S22）。その結果、前回はMRセンサ2Bであったときは、MRセンサ2Bを下部軸47（出力軸）側の、トルク検出に使用するMRセンサとして決定する（S1

7）。

【0172】次に、信号処理部44は、上部軸46（入力軸）側の、トルク検出に使用するMRセンサが決定していないか（センサ1≠A∩センサ1≠B）、又は下部軸47（出力軸）側の、トルク検出に使用するMRセンサが決定していないか（センサ2≠A∩センサ2≠B）を判定し（図15S24）、その判定結果が、何れか又は両方のMRセンサが決定していない（（センサ1≠A∩センサ1≠B）∪（センサ2≠A∩センサ2≠B））ときは、検出したトルクを0として信号を出力する（S29）。

【0173】これは、上部軸46（入力軸）及び下部軸47（出力軸）の何れか又は両方で、レベルLIMHより大きい検出信号、又はレベルLIMLより小さい検出信号を出力したMRセンサが存在せず（図13S8、11、図14S16、19）、また、前回のトルク検出サイクル時に使用したMRセンサが存在せず（図13S14、図14S22）、トルク検出に使用するMRセンサを確定出来ない場合である。

【0174】レベルLIMHより大きい検出信号（センサ出力）、又はレベルLIMLより小さい検出信号を出力したMRセンサが有れば、図24（a）に示すように、その他方のMRセンサを、トルク検出に使用するMRセンサとして決定することが出来、また、レベルLIMHより大きい検出信号、又はレベルLIMLより小さい検出信号を出力したMRセンサが存在しないときでも、前回のトルク検出サイクル時に使用したMRセンサが存在すれば（図13S12、14、図14S20、22）、引き続き、そのMRセンサをトルク検出に使用することが出来る。

【0175】信号処理部44は、上部軸46（入力軸）側の、トルク検出に使用するMRセンサが決定しており、下部軸47（出力軸）側の、トルク検出に使用するMRセンサが決定している（（センサ1=A∪センサ1=B）∩（センサ2=A∪センサ2=B））ときは、トルク=入力軸側のMRセンサの検出信号-出力軸側のMRセンサの検出信号、を演算する（図15S25）。

【0176】次に、信号処理部44は、トルク検出に使用するMRセンサが、上部軸46（入力軸）側がMRセンサ1Aであり、下部軸47（出力軸）側がMRセンサ2Aであるか、又は上部軸46側がMRセンサ1Bであり、下部軸47側がMRセンサ2Bであるかを判定し（S26）、その何れかであるときは、つまり、トルク検出に使用するMRセンサの何れもが、上部軸46及び下部軸47に対して同じ側に有り、図24（a）に示すように、同じ出力特性を有しているとき、検出するトルクは、同じ出力特性上のずれとして表示されるから、トルク補正は不要であり、演算したトルク（S25）を検出したトルクとして出力する。

【0177】信号処理部44は、判定した（S26）結

果が、その何れでもないとき、つまり、トルク検出に使用するMRセンサが、上部軸46（入力軸）側がMRセンサ1Aであり、下部軸47（出力軸）側がMRセンサ2Bであるとき、又は上部軸46側がMRセンサ1Bであり、下部軸47側がMRセンサ2Aであるとき（S26）、入力軸側のMRセンサの検出信号が出力軸側のMRセンサの検出信号より大きいとか否かを判定し（S27）、入力軸側の方が大きいとき、演算したトルク（S25）から、予め設定してある電圧値Tを差し引いてトルク補正を行い（S28）、この補正したトルクを検出したトルクとして出力する。

【0178】信号処理部44は、入力軸側のMRセンサの検出信号が出力軸側のMRセンサの検出信号より大きいとか否かを判定し（S27）、出力軸側の方が大きいとき、演算したトルク（S25）に、予め設定してある電圧値Tを加算してトルク補正を行い（S30）、この補正したトルクを検出したトルクとして出力する。トルク検出に使用する2つのMRセンサが、上部軸46（入力軸）及び下部軸47（出力軸）に対して互いに異なる側に有るとき（S26）、図24（b）に示すように、それらの出力特性は、それぞれ検出すべき位置の差（上部軸46及び下部軸47の周方向に 18° ＝電気角 90° ）に相当する電圧値Tだけ相違している。

【0179】従って、入力軸側のMRセンサの検出信号（センサ出力）が出力軸側のMRセンサの検出信号より大きいとき（S27）、図24（b）より、上部軸46（入力軸）側はMRセンサ1Aであり、下部軸47（出力軸）側はMRセンサ2Bであるので、MRセンサ2Bの検出信号MR2Bに電圧値Tを加算して、MRセンサ2Aの検出信号MR2Aに換算し、トルク補正を行う（S28）。一方、入力軸側のMRセンサの検出信号が出力軸側のMRセンサの検出信号より小さいとき（S27）、図24（b）より、入力軸側はMRセンサ1Bであり、出力軸側はMRセンサ2Aであるので、MRセンサ1Bの検出信号MR1Bに電圧値Tを加算して、MRセンサ1Aの検出信号MR1Aに換算し、トルク補正を行う（S30）。

【0180】実施の形態7。図26は、本発明に係る舵取装置の実施の形態7の要部構成を示す縦断面図である。この舵取装置は、上端部にステアリングホイール1が取り付けられる上部軸52を備え、上部軸52の下端部には、第1ダウエルピン53を介して筒状の入力軸54及びこれの内側に挿入される連結軸55（トーションバー）の上端部が連結されている。連結軸55の下端部には、第2ダウエルピン56を介して筒状の出力軸57が連結されており、上部軸52、入力軸54及び出力軸57が軸受58、59、60を介してハウジング61内にそれぞれ回転が可能に支持されている。

【0181】このハウジング61内には、前記連結軸55を介して連結される入力軸54及び出力軸57の相対

変位置により操舵トルクを検出するトルク検出装置65と、トルク検出装置65の検出結果に基づいて駆動される操舵補助用の電動モータ62の回転を減速して、前記出力軸57に伝達する減速機構63とを備え、ステアリングホイール1の回転に応じた舵取機構の動作を前記電動モータ62の回転により補助し、舵取の為の運転者の労力負担を軽減するように構成されている。出力軸57の下端部は、ユニバーサルジョイントを介してラックピニオン式の舵取機構に連結されている。

【0182】トルク検出装置65は、前記入力軸54の周面65aに沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物65c（突起）を設けてあり、入力軸54が回転したときに、入力軸54の軸方向に移動する磁性材からなる突起物65cの位置を検出する為に、MRセンサ66a（磁気抵抗効果素子、第1磁気センサ）が入力軸54と適当な隙間を空けて平行に設けられ、MRセンサ66aと入力軸54の周方向に 180° 相違すべき位置に、MRセンサ66b（第2磁気センサ）が入力軸54と適当な隙間を空けて平行に設けられ、それぞれ車体の動かない部位に固定されている。

【0183】出力軸57は、入力軸54と同様に、出力軸57の周面65bに沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物65d（突起）を設けてある。また、出力軸57が回転したときに、出力軸57の軸方向に移動する磁性材からなる突起物65dの位置を検出する為に、MRセンサ67a（磁気抵抗効果素子、第1磁気センサ）が出力軸57と適当な隙間を空けて平行に設けられ、MRセンサ67aと出力軸57の周方向に 180° 相違すべき位置に、MRセンサ67b（第2磁気センサ）が出力軸57と適当な隙間を空けて平行に設けられ、それぞれ車体の動かない部位に固定されている。

【0184】以下に、このような構成の舵取装置の動作を説明する。連結軸55が振れずに入力軸54及び出力軸57が回転する場合には、入力軸54、出力軸57及び連結軸55は一体的に回転する。入力軸54及び出力軸57が回転するのに応じて、MRセンサ66a、66b及び67a、67bの各検出面に最近接する磁性材からなる突起物65c及び65dが、入力軸54及び出力軸57の軸方向に移動する。突起物65c及び65dは、入力軸54及び出力軸57の周面65a及び65bに沿わせて螺旋状に設けてあるので、MRセンサ66a、66b及び67a、67bの各検出面に最近接する磁性材からなる突起物65c及び65dの、入力軸54及び出力軸57の軸方向の位置と、入力軸54及び出力軸57の回転角度とを対応させることが出来る。

【0185】例えば、MRセンサ66a、66b及び67a、67bの各検出信号と、入力軸54及び出力軸57の各回転角度（舵角）とが同様の直線的な関係になるように設定しておき、入力軸54及び出力軸57を複数回回転させれば、MRセンサ66a、66b及び67

a, 67bの各出力は、360° 周期の電圧波形を示し、MRセンサ66a, 66b及び67a, 67bの各検出信号により、それぞれ入力軸54及び出力軸57の回転角度を検出することが出来る。

【0186】ステアリングホイール1に操舵トルクが加えられ、連結軸55が振れて入力軸54及び出力軸57が回転する場合には、MRセンサMRセンサ66a, 66b及び67a, 67bの各検出信号には、その振じれ角度に応じた電圧差が生じる。MRセンサ66a, 66b及び67a, 67bの各検出信号は、各出力ケーブルを通じて、図示しない信号処理部に与えられ、信号処理部は、実施の形態5において説明した信号処理部44と同様に、その電圧差を算出することにより、その振じれ角度を求め、その操舵トルクに応じた信号を出力する。また、MRセンサ66a, 66b, 67a, 67bの何れかが断線したときでも、断線していないMRセンサにより、可能な限り、その電圧差を算出することにより、その振じれ角度を求め、その操舵トルクに応じた信号を出力する。

【0187】

【発明の効果】第1～5発明に係る回転角度検出装置によれば、接触摺動する部分を含まず、耐久性が良く、故障検出が可能な回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0188】第6発明に係るトルク検出装置によれば、構成が簡単であり、製造コストが低く、故障検出が可能なトルク検出装置を実現することが出来る。

【0189】第7, 8発明に係るトルク検出装置によれば、4つの磁気センサの内の1つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、舵取装置の操舵補助を急変させないトルク検出装置を実現することが出来る。

【0190】第9発明に係るトルク検出装置によれば、各磁気センサが検出する軸方向の位置と周方向の角度とを対応させることが出来、4つの磁気センサの内の1つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、舵取装置の操舵補助を急変させないトルク検出装置を実現することが出来る。

【0191】第10発明に係るトルク検出装置によれば、周方向の角度当たりの磁気センサの検出信号を大きくすることが出来、4つの磁気センサの内の1つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、舵取装置の操舵補助を急変させないトルク検出装置を実現することが出来る。

【0192】第11発明に係るトルク検出装置によれば、磁気センサの検出信号の特性にだけ部分が存在しても、トルク検出が可能であり、4つの磁気センサの内の1つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、舵取装置の操舵補助を急変させないトルク検出装置を実現することが出来る。

【0193】第12, 13発明に係るトルク検出装置に

よれば、4つの検出手段の内の1つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、舵取装置の操舵補助を急変させないトルク検出装置を実現することが出来る。

【0194】第14発明に係る舵取装置によれば、第6発明に係るトルク検出装置を使用した舵取装置を実現することが出来ると共に、この舵取装置は、そのトルク検出装置に使用している2つの第1～5発明の何れかに係る回転角度検出装置の何れか又は両方を、回転角度検出装置として使用することが出来る。

【0195】第15発明に係る舵取装置によれば、トルク検出装置が4つの検出手段を使用し、その内の1つが故障した場合でも、トルク検出を停止せず、操舵補助が急変しない舵取装置を実現することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図2】図1に示す回転角度検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図3】図1に示す回転角度検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図4】図1に示す回転角度検出装置の動作を説明するフローチャートである。

【図5】本発明に係るトルク検出装置の実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図6】図5に示すトルク検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図7】本発明に係る回転角度検出装置及びトルク検出装置の実施の形態の構成を模式的に示す模式図である。

【図8】ターゲット板の外周面を展開して示した展開図である。

【図9】図7に示す回転角度検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図10】図7に示すトルク検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図11】本発明に係る舵取装置の実施の形態の要部構成を示す縦断面図である。

【図12】本発明に係るトルク検出装置の実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図13】図12に示すトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図14】図12に示すトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図15】図12に示すトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図16】図12に示すトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図17】図12に示すトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図18】図12に示すトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図 19】図 12 に示すトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図 20】図 12 に示すトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図 21】図 12 に示すトルク検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図 22】図 12 に示すトルク検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図 23】本発明に係る回転角度検出装置及びトルク検出装置の実施の形態の構成を模式的に示す模式図である。

【図 24】図 23 に示すトルク検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図 25】図 23 に示すトルク検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図 26】本発明に係る舵取装置の構成を示す縦断面図である。

【図 27】本発明に係るトルク検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図 28】従来のトルク検出装置の要部構成例を示す原理図である。

【図 29】従来のトルク検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【符号の説明】

- 1 ステアリングホイール (操舵輪)
 1A, 66a MRセンサ (磁気抵抗効果素子、第1磁気センサ、第1検出手段)
 1B, 66b MRセンサ (磁気抵抗効果素子、第3磁気センサ、第3検出手段) *

* 2A, 67a MRセンサ (磁気抵抗効果素子、第2磁気センサ、第2検出手段)

2B, 67b MRセンサ (磁気抵抗効果素子、第4磁気センサ、第4検出手段)

11, 43 ステアリングシャフト (操舵軸、回転軸)

12, 22, 24, 64c, 64d 磁性体の突起物 (突起)

14a, 64ea, 64fa, Aa, Ba MRセンサ (第1磁気センサ、第1検出手段)

14b, 14c, 64eb, 64ec, 64fb, 64fc, Ab, Ac, Bb, Bc MRセンサ (第2磁気センサ、第2検出手段)

15, 32 信号処理部 (判定する手段)

21, 46, 54 上部軸 (入力軸)

23 47, 57 下部軸 (出力軸)

25, 44 信号処理部

27, 49, 55 連結軸 (トーションバー)

29 減算回路 (差を検出する手段)

41, 41a センサボックス

42 ターゲット板 (回転体)

45 ターゲット

45a 第1傾斜部

45b 第2傾斜部

52 上部軸

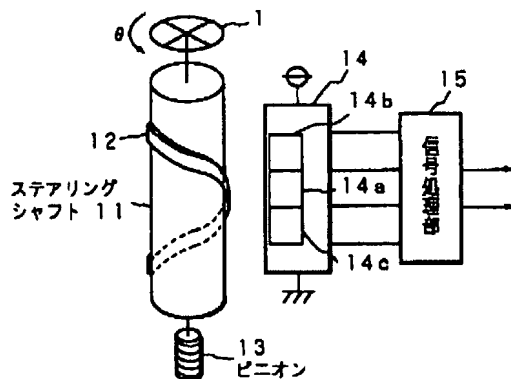
62 電動モータ

64, 65 トルク検出装置

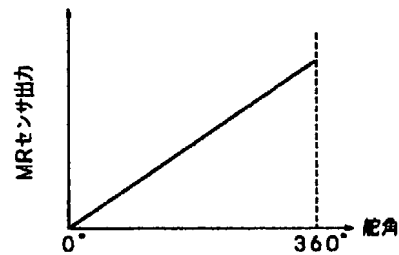
64a, 65a, 65b 周面

65c, 65d, 22, 24 突起物 (突起、磁性的に不連続な部分)

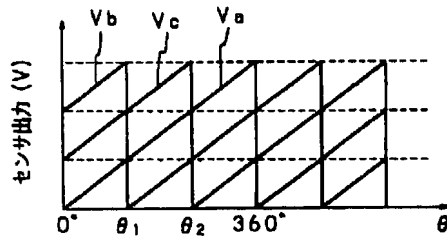
【図 1】



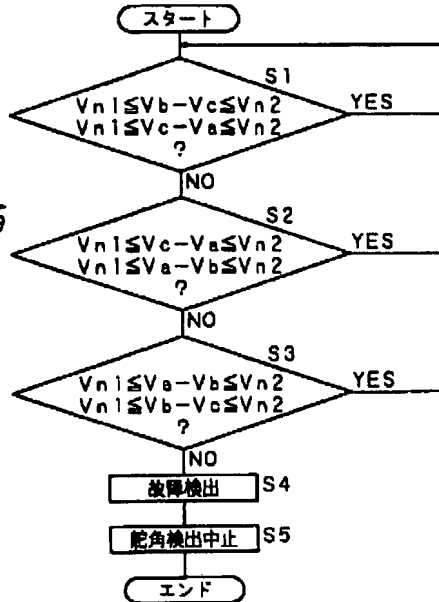
【図 2】



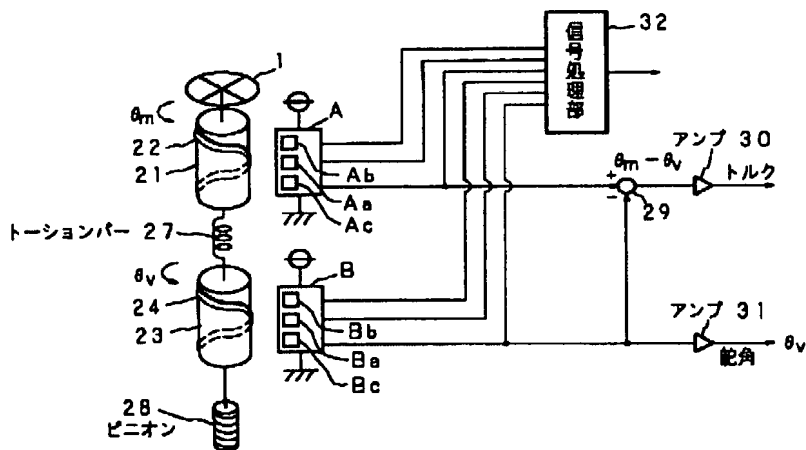
【図3】



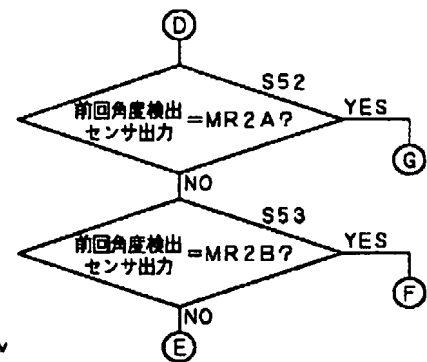
【図4】



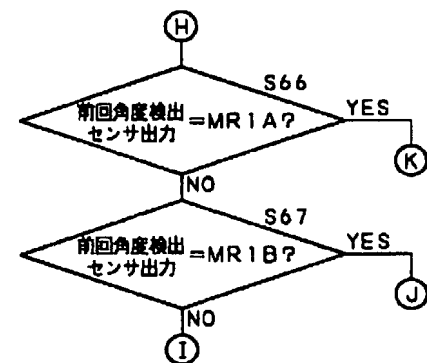
【図5】



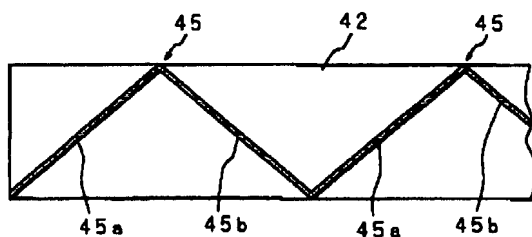
【図18】



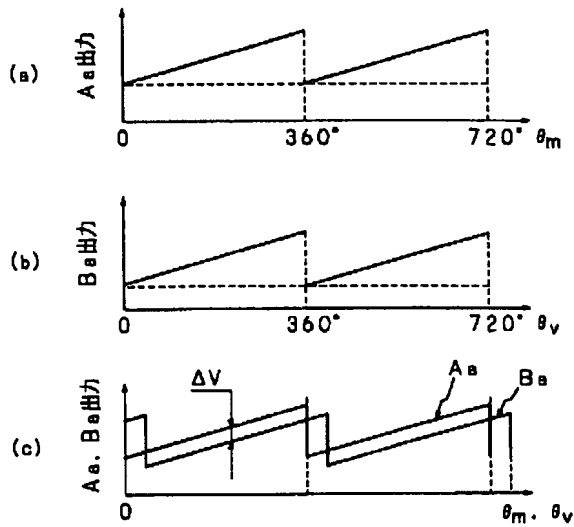
【図20】



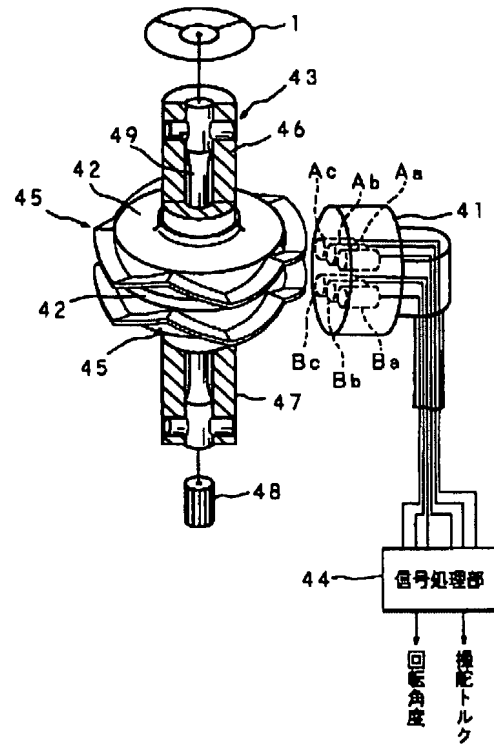
【図8】



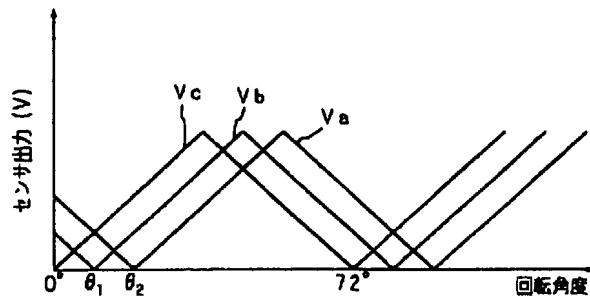
【図6】



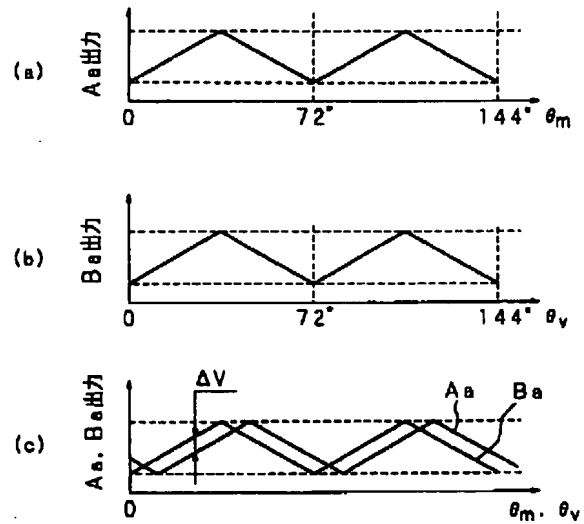
【図7】



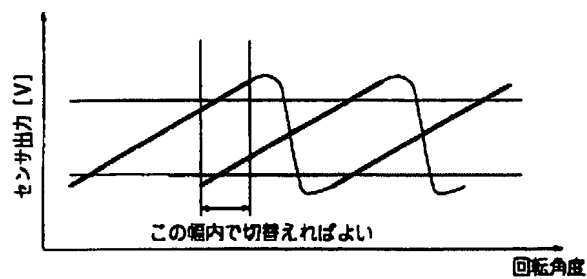
【図9】



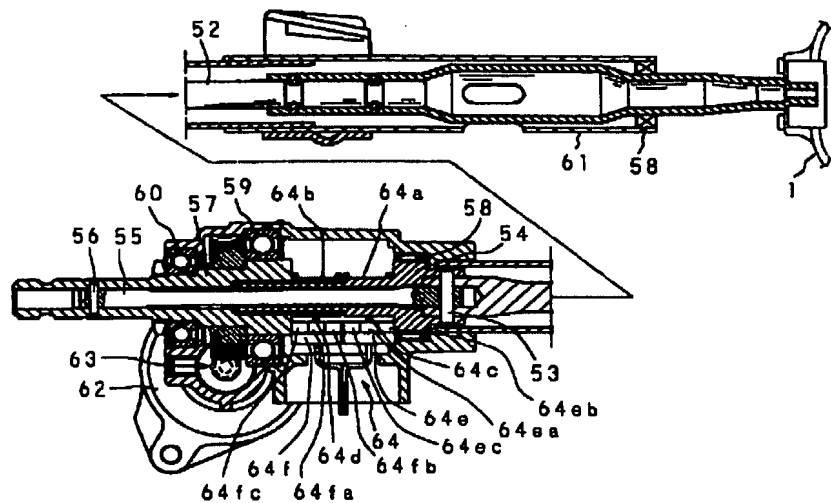
【図10】



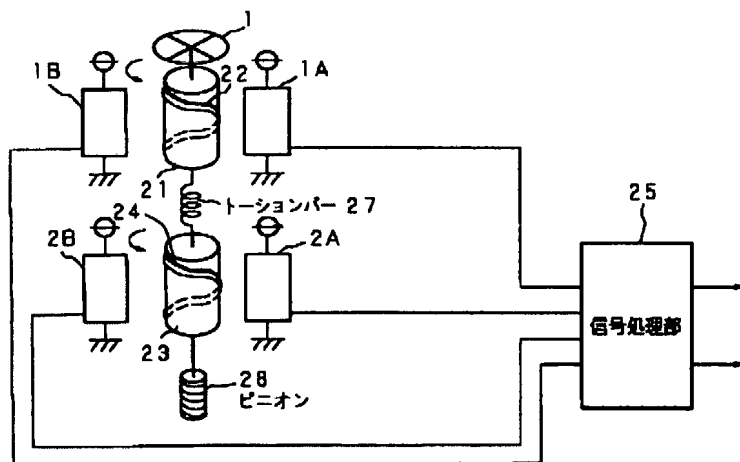
【図27】



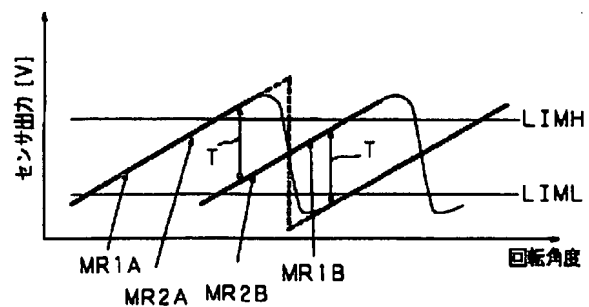
【図11】



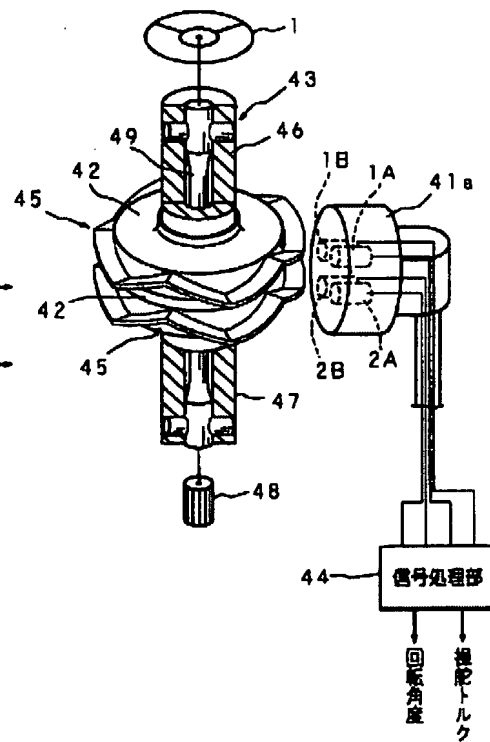
【図12】



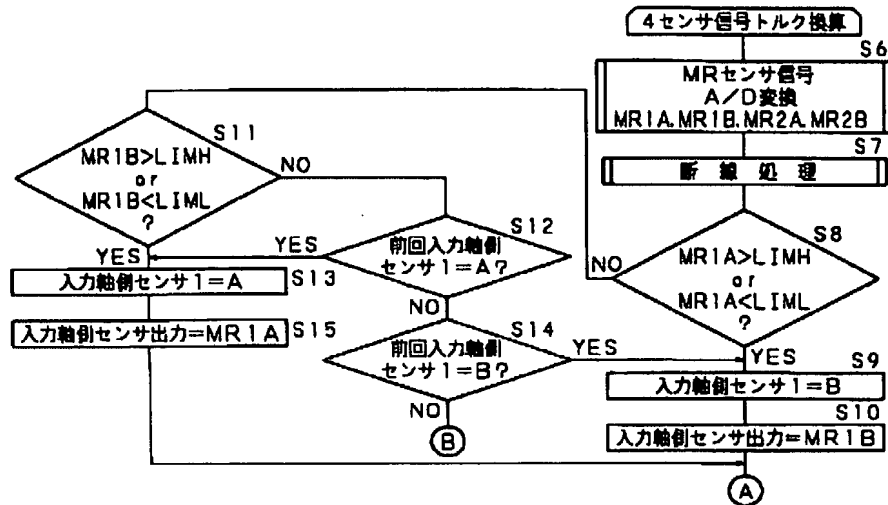
【図22】



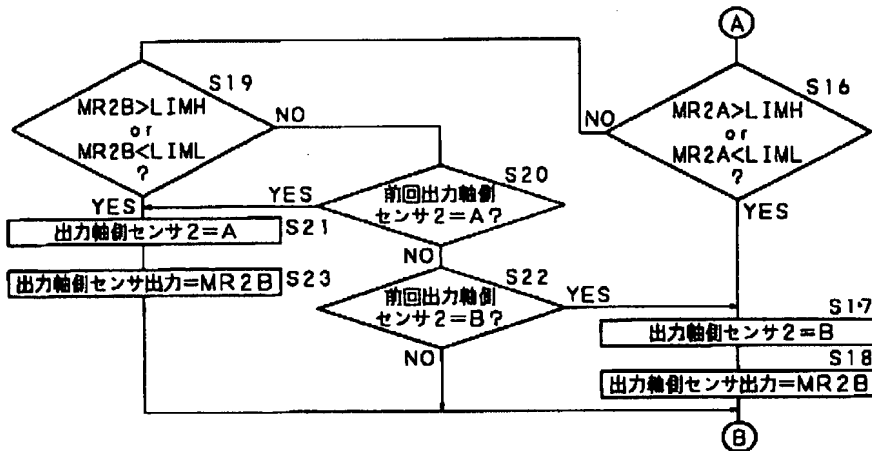
【図23】



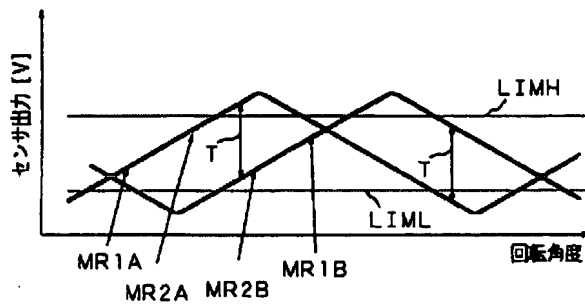
【図13】



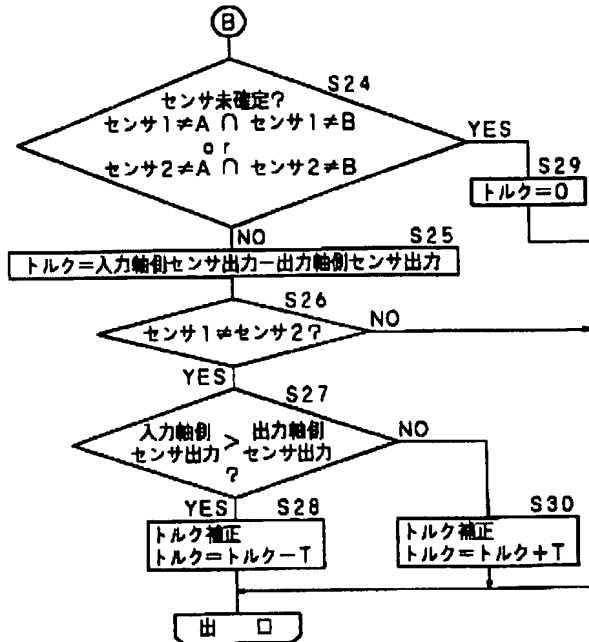
【図14】



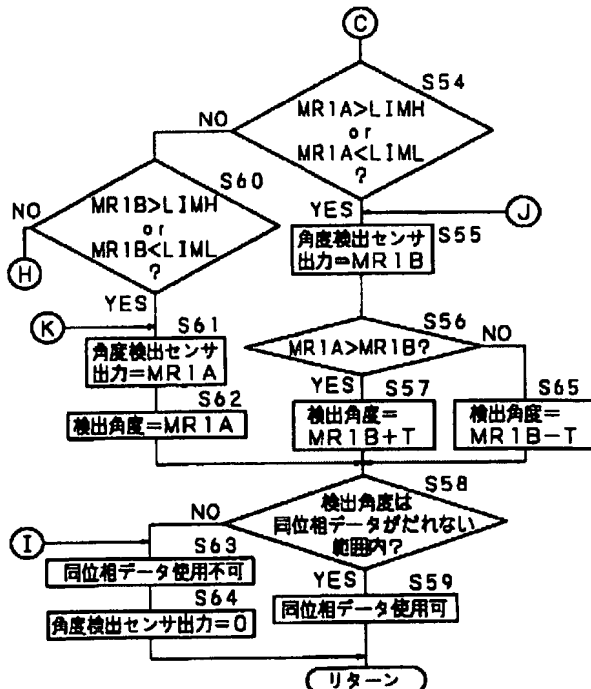
【図25】



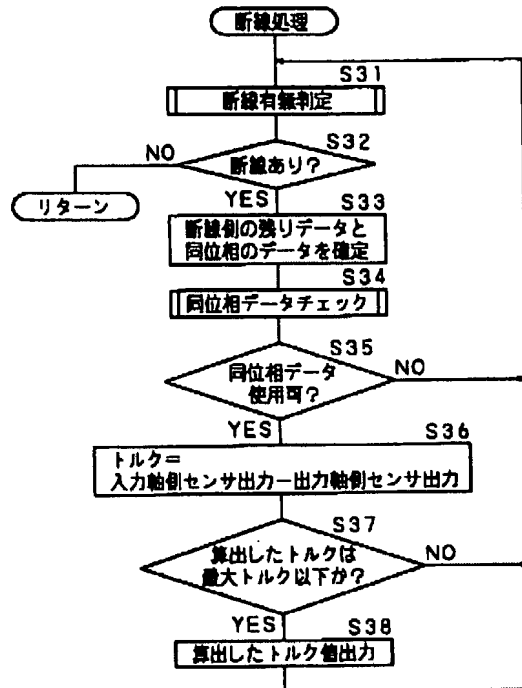
【図15】



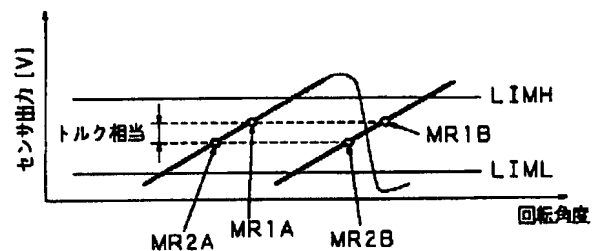
【図19】



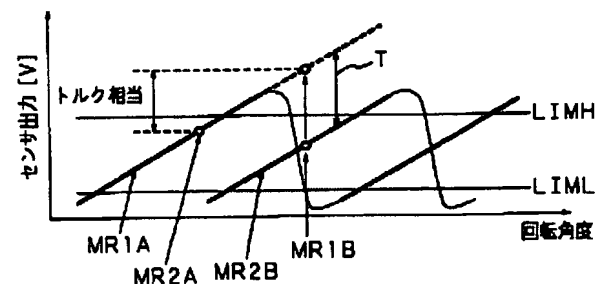
【図16】



【図21】

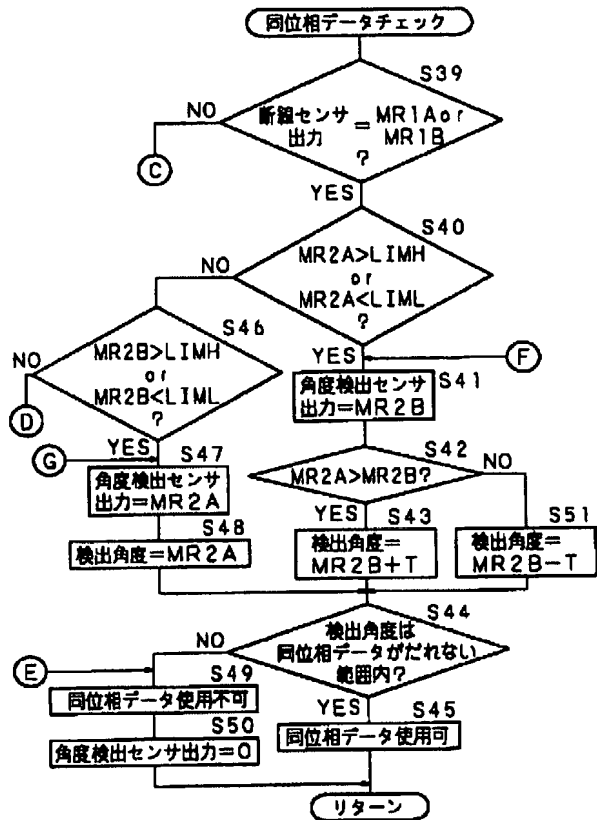


(a)

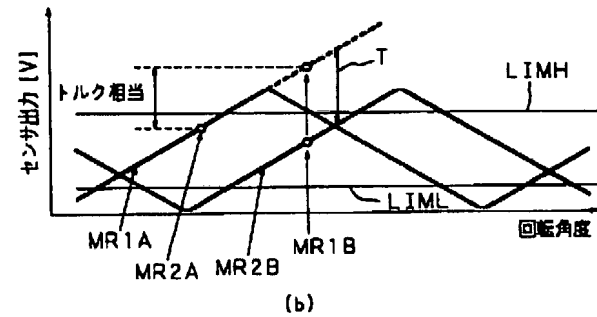
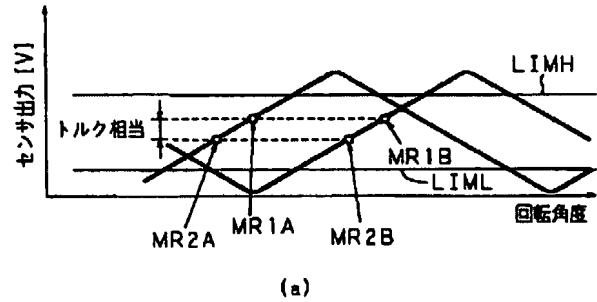


(b)

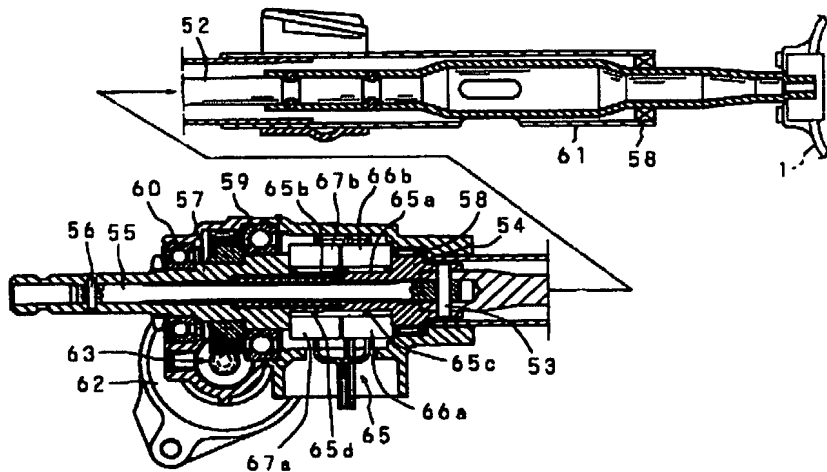
【図17】



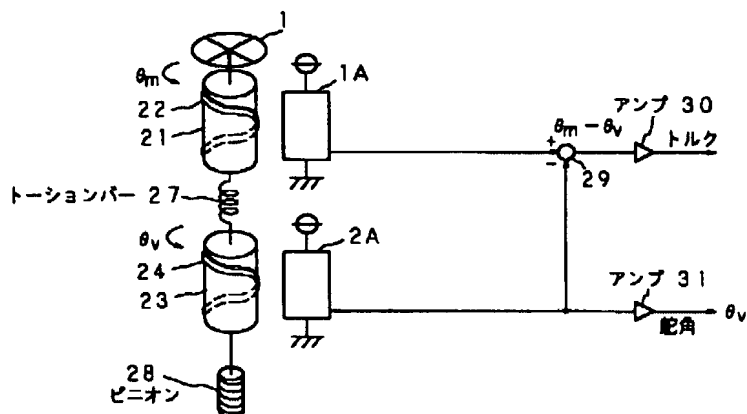
【図24】



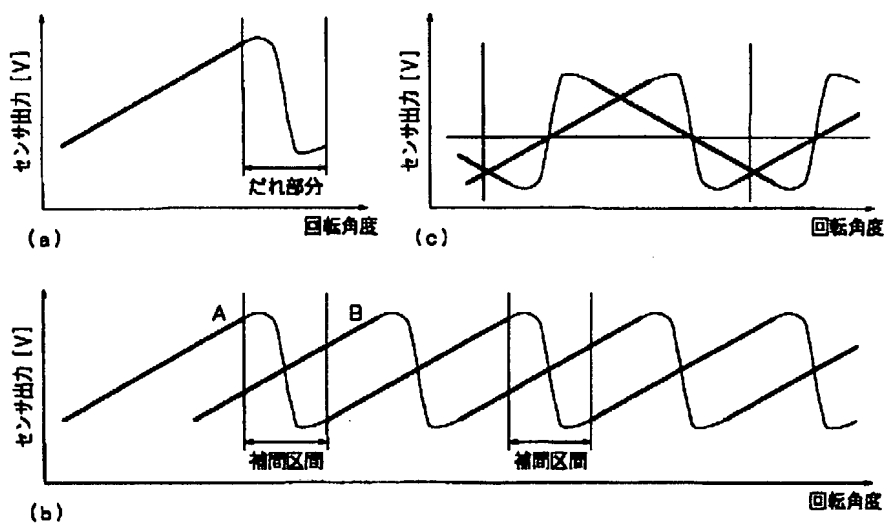
【図26】



【図28】



【図29】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷
 G 0 1 L 5/22
 // B 6 2 D 113:00
 119:00

識別記号

F 1
 G 0 1 L 5/22
 B 6 2 D 113:00
 119:00

テーマコード(参考)